

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDO HENRIQUE ANDRETTA

DINÂMICA DA CORRUPÇÃO A PARTIR DE DECISÕES INDIVIDUAIS

CURITIBA PR

2020

FERNANDO HENRIQUE ANDRETTA

DINÂMICA DA CORRUPÇÃO A PARTIR DE DECISÕES INDIVIDUAIS

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento Econômico no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Setor de Sociais Aplicadas, da Universidade Federal do Paraná.

Área de concentração: *Ciências Econômicas*.

Orientador: Prof^o. Dr. João Basílio Pereima Neto.

CURITIBA PR

2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS SOCIAIS
APLICADAS – SIBI/UFPR COM DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)
Bibliotecário: Eduardo Silveira – CRB 9/1921

Andretta, Fernando Henrique

Dinâmica da corrupção a partir de decisões individuais / Fernando
Henrique Andretta. – 2020.

62 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Programa
de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, do Setor de Ciências
Sociais Aplicadas.

Orientador: João Basílio Pereima Neto.

Defesa: Curitiba, 2020.

1. Desenvolvimento Econômico. 2. Corrupção. I. Universidade Federal
do Paraná. Setor de Ciências Sociais Aplicadas. Programa de Pós-
Graduação em Desenvolvimento Econômico. II. Pereima Neto, João
Basílio. III. Título.

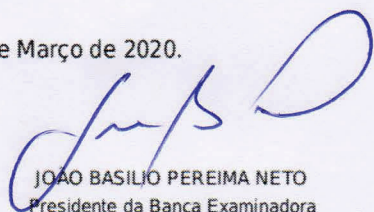
CDD 330

TERMO DE APROVAÇÃO

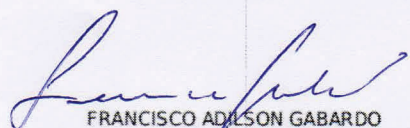
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **FERNANDO HENRIQUE ANDRETTA**, intitulada: **DINÂMICA DA CORRUPÇÃO A PARTIR DE DECISÕES INDIVIDUAIS**, sob orientação do Prof. Dr. JOÃO BASÍLIO PEREIRA NETO, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.


Curitiba, 03 de Março de 2020.



JOÃO BASÍLIO PEREIRA NETO
Presidente da Banca Examinadora



FRANCISCO ADILSON GABARDO
Avaliador Interno Pós-Doc (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



ADRIANA SBICCA-FERNANDES
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Durante este período de mestrado, de muito estudo e empenho, quero agradecer a algumas pessoas que estiveram comigo e que forma de suma importância para que pudesse concluir este ciclo.

Primeiramente dedico este trabalho à Deus, por ser essencial em minha vida, e à minha família, Cleusa, Sidnar e Vinícius, por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos.

Agradeço a esta universidade, ao corpo docente, e às minhas amigas desta jornada, Karina e Tânia, com as quais convivi durante esses anos, que juntos estudamos, nos apoiamos e que pude aprender muito com elas.

Agradeço ao Hédio Teixeira pela fundamental contribuição e colaboração para que este trabalho pudesse ser concluído.

Gostaria de agradecer, também, ao orientador, Prof^o. Dr. João Basílio Pereima Neto, da Universidade Federal do Paraná.

RESUMO

Corrupção pode variar em conteúdo entre culturas, e ainda que cada uma tenha suas definições de comportamento corrupto, a corrupção é tida como prejudicial ao desenvolvimento de uma sociedade. O objetivo deste trabalho é analisar as condições sociais e comportamentais que permitem emergir padrões sociais em nível macro orientados por corrupção em uma sociedade artificial. Para tanto, será desenvolvido um modelo baseado em agentes, no qual uma população de agentes heterogêneos, desempenhando papéis de cidadãos e burocratas, podem adaptar evolucionariamente seu comportamento baseado em regras, conduzindo a diferentes condutas sociais, com maior ou menor grau de corrupção. O modelo proposto mostra um índice de encarceramento baixo em relação aos casos de corrupção, e a memória dos agentes é mais significativa quando se trata dos agentes já condenados e presos. Diante disso, a presente dissertação pretende contribuir com o desenvolvimento de uma análise acerca das variáveis que impactam diretamente na tomada de decisões dos agentes, que emergem e possibilitam fenômenos como a corrupção, podendo ser utilizada normativamente como fonte de informação para formulação de políticas de segurança públicas e educacional.

Palavras-chave: Corrupção; Sistemas Complexos; Modelo Baseado em Agentes.

ABSTRACT

Corruption can vary in content across cultures, and while each has its own definitions of corrupt behavior, corruption is said to be detrimental to the development of a society. The aim of this work is to analyze the social and behavioral conditions that allow the emergence of social patterns at the macro level oriented by corruption in an artificial society. To this end, an agent-based model will be developed, in which a population of heterogeneous agents, playing the roles of citizens and bureaucrats, can evolutionarily adapt their rules-based behavior, leading to different social behaviors, with a greater or lesser degree of corruption. The proposed model shows a low incarceration rate in relation to cases of corruption, and the memory of the agents is more significant when it comes to the agents already convicted and imprisoned. In view of this, the present dissertation intends to contribute to the development of an analysis about the variables that directly impact the agents' decision making, which emerge and enable phenomena such as corruption, which can be used normatively as a source of information for the formulation of security policies. public and educational. Keywords: Corruption; Complex

Systems; Agent Based Model.

LISTA DE FIGURAS

4.1	Visão Geral do Modelo	27
4.2	Payoff de não ser corrupto	30
5.1	População por Nível de Honestidade.	35
5.2	População por Idade.	35
5.3	População Corrompida	36
5.4	População Encarcerada	36
5.5	População Corrupta	36
5.6	População Encarcerada	36
5.7	População Corrupta	37
5.8	População Encarcerada	37
5.9	População Corrupta	38
5.10	População Encarcerada	38

LISTA DE TABELAS

2.1	Definições para Corrupção	14
5.1	Parâmetros da Simulação Base	35

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS	vi
	LISTA DE TABELAS	vii
	SUMÁRIO	viii
1	Introdução	9
2	Corrupção na Economia: um conceito difícil	11
2.1	Teoria do Crime	12
2.2	O que é corrupção	13
2.3	Crime, Corrupção e Neurociência	15
2.4	Crime, Corrupção e Aprendizado Social.	17
2.5	Abordagem da corrupção pela Teoria dos Jogos	18
3	Corrupção e Modelos Baseados em Agentes.	21
4	Corrupção e Comportamento Adaptativo: um modelo baseado em agentes	25
4.1	A Sociedade artificial e sua população.	26
4.2	Memória	27
4.3	Ser ou não ser: a questão!.	28
4.4	Interagindo: corrupção, prisão e liberdade	31
4.5	Ajustando o comportamento, evolucionariamente	32
5	Simulações	34
5.1	Base-Line	34
5.2	Efeito do Tempo de Prisão	36
5.3	Efeito das Denúncias	37
5.4	Efeito da Memória	37
5.5	Comentários gerais sobre os resultados	38
6	Considerações finais	40
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE A – APÊNDICE	45
A.1	Códigos do modelo NetLogo	45

1 Introdução

Corrupção é um fenômeno existente já a bastante tempo, citado por [Kautalya \(V aC\)](#), em seu livro *Arthasastra* datado em mais de dois mil anos. E segundo [Rose-Ackerman e Palifka \(2016\)](#) a corrupção existe desde a ascensão dos estados organizados e provavelmente não desaparecerá tão cedo. Nas últimas décadas a corrupção tem se tornado cada vez mais controversa e gerado polêmica devido ao seu impacto no processo de desenvolvimento econômico. Segundo a [Organização das Nações Unidas \(2017\)](#), são gastos um trilhão de dólares com suborno, e atos de corrupção giram em torno de 2.6 trilhões de dólares por ano, representando mais de 5% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial. A corrupção se tornou um tema tão importante atualmente que iniciativas de medir este fenômeno tem sido proposto por organismos internacionais, tais como o Índice de Percepção da Corrupção (IPC) criado e monitorado pela [Transparency International \(2018\)](#), uma organização não-governamental que existe desde 1993 com o objetivo de combater a corrupção existente em vários países, empresas ou na sociedade civil como um todo. Este índice não mede objetivamente a corrupção, mas como a sociedade percebe subjetivamente a corrupção em cada país.

Segundo [Capasso e Santoro \(2018\)](#), a corrupção gera efeitos negativos no âmbito social, político e econômico, ao realocar recursos públicos para diferentes fins, reduzindo o bem-estar social, afetando diretamente o crescimento e a pobreza de um país. Pesquisas empíricas tais como [Treisman \(2000\)](#) concluem que a maior percepção da dimensão da corrupção afeta de forma negativa os investimentos e o crescimento de um país. [Boll \(2010\)](#) também conclui em sua pesquisa que a corrupção gera efeitos negativos no crescimento econômico, nos investimentos públicos, inflação e indicadores sociais. O estudo empírico feito por [Mauro \(1995\)](#) se baseia em análise de dados do tipo *cross-section*, em que o autor conclui que há redução dos investimentos quando os investidores correm o risco de terem parte de seus lucros desviados por atos de corrupção. Ainda de acordo com o [Banco Mundial \(2018\)](#) a corrupção prejudica o desenvolvimento econômico e leva a problemas que dificilmente podem ser reparados, sendo vital a responsabilidade no combate à fraude e à corrupção e de acordo com as Diretrizes sobre Prevenção e Combate à Fraude e à Corrupção do [Banco Mundial \(2018\)](#), o trabalho da eliminação da pobreza passa, necessariamente, pelo combate à corrupção, que assegura os esforços objetivando uma mudança sustentável através da boa governança e instituições sólidas.

A corrupção parece ser um daqueles fenômenos de alta complexidade que podem ser observados no campo social, devido à interação de inúmeras variáveis que interferem na emergência de sociedades mais ou menos corruptas. A corrupção depende de uma sequência de ações descentralizadas que ocorrem na dimensão micro, mas que emergem e geram externalidades negativas que prejudicam todo o sistema econômico ([Hammond, 2000](#)). O problema da corrupção em uma sociedade é um problema complexo no sentido de sua interdependência, ou seja, ela parte de uma decisão individual que depende do contexto e das relações sociais dos indivíduos bem como de percepções do ambiente macro-social.

Vários autores tratam a corrupção de um ponto de vista dinâmico, as vezes evolucionário e adaptativo, sendo que alguns autores afirmam que nem mesmo do ponto de vista da teoria dos jogos num contexto de agentes racionais é possível explicar o fenômeno corrupção, como por exemplo [Vale \(2016\)](#), uma vez que a corrupção possui uma natureza

complexa ao envolver comportamentos sociais interativos e descentralizados, tornando difícil sua mensuração.

Estudos com abordagem através do modelo baseado em agentes, como [Hammond \(2000\)](#) e [Situngkir e Khanafiah \(2006\)](#), têm ganhado força nos últimos anos. Diversos comportamentos emergem de atividades de níveis inferiores, como é abordado por [Miller e Page \(2007\)](#), e que os sistemas complexos surgem da importância da dependência entre os elementos que o compõe, possibilitando explorar espaços entre comportamentos simples e estratégicos por meio destes sistemas sociais adaptativos. Segundo [Lambsdorff \(2012\)](#) modelos baseados em agentes constituem um método de estudo de sistemas complexos adaptativos, no qual o comportamento interativo dos agentes pode produzir propriedades emergentes que não são diretamente deduzidas de pressupostos ou hipóteses comportamentais gerais, assumidas no plano micro e macro. Um sistema baseado em agentes heterogêneos permite capturar as interações e comportamentos emergentes que dificilmente seriam observados nos casos de modelos baseados em agentes representativos, e mais ainda, permitem que os agentes possam aprender e ajustar comportamentos a medida que a dimensão macro e meso vão sofrendo alterações causadas pela própria atuação dos agentes individualmente.

No intuito de contribuir para o avanço do entendimento do problema da corrupção, este trabalho tem por objetivo analisar as condições comportamentais responsáveis pela emergência de uma sociedade mais ou menos corrupta e quais as possíveis alternativas para evitá-los ou formas de punição com objetivo de correção. No comportamento corrupto pretende-se verificar qual o peso da honestidade dos cidadãos, ou ainda a influência do meio social em que se está inserido, bem como do grau de aversão aos riscos de autuação, condenação e encarceramento. Quanto a forma de se evitar ou punir, além da prisão, considera-se também mudanças de comportamento. A modelagem consiste na junção destes fatores, que em conjunto possibilitam que haja corrupção. O agregado de todas estas ações geram um efeito danoso à sociedade no que tange efeitos sociais, econômicos e políticos.

Essa dissertação faz uso de modelagem baseada em agentes, incorporando comportamento adaptativo dos agentes, reproduzindo artificialmente uma sociedade onde os indivíduos podem propor, aceitar ou recusar ofertas de oportunidades de se corromper, produzindo, no plano macro, um sociedade mais ou menos virtuosa ou honesta. A dinâmica social depende tanto de variáveis individuais que definem o perfil psicológico do agente e seu processo decisório, quanto de variáveis econômicas e sociais, como renda, relações sociais em *network*, punições e sistemas de vigilância e controle. Nesta sociedade artificial, os cidadãos são divididos em cidadãos comuns e burocratas, os quais interagem e adaptam circunstancialmente o comportamento, emergindo então um padrão social com maior ou menor grau de corrupção.

Este trabalho foi estruturado da seguinte forma: a segunda seção descreve como a Teoria do Crime trata crimes como a corrupção, analisando quais fatores levam a praticar um ato condenável e ilegal e algumas propostas para tentar reduzir estes atos ilícitos. Esta seção traz também algumas definições para corrupção propostas por diferentes autores. Analisa ainda como a neurociência pode ajudar no entendimento da prática da corrupção e como o aprendizado social pode interferir no comportamento das pessoas, e como a Teoria dos Jogos aborda a corrupção. A terceira seção aponta estudos já feitos sobre corrupção a partir da modelagem baseada em agentes. A quarta seção traz o modelo proposto para estudo da corrupção. A quinta seção mostra os resultados das simulações feitas conforme o modelo proposto e finalmente a última seção traz as considerações finais.

2 Corrupção na Economia: um conceito difícil

O comportamento corrupto parece acompanhar a história do homem desde o passado remoto. No entanto não há consenso sobre a natureza humana que produz tal comportamento, nem mesmo entre os principais filósofos políticos da filosofia moderna. Para o filósofo iluminista Jean Jacques Rousseau, a corrupção anda às soltas na sociedade. Para ele o homem nasce bom, mas a sociedade é que o corrompe. Rousseau considerava que as pessoas seriam virtuosas apenas durante sua infância e juventude; depois, inevitavelmente, se corromperiam como resultado de um comportamento adaptativo na vida cultural de uma sociedade. Contrariamente, [Hobbes \(1651\)](#) teria afirmado em *O Leviatã* que o homem é por natureza egoísta e a vida fora de sociedade seria solitária, pobre, sórdida e embrutecida, sendo que somente o Estado e a ameaça de punição manteriam as pessoas sob controle. Já [von Mises \(1949\)](#) afirma em seu livro, *Ação Humana*, que a corrupção é uma consequência natural do intervencionismo e como regra geral, favorece uns em detrimento de outros.

Conforme o artigo de [Jain \(2001\)](#), tem-se dado maior atenção ao estudo da corrupção devido ao fato de o desenvolvimento dos países demandar maior e melhor governança, e de a corrupção no setor público ser um grande obstáculo para o desenvolvimento. Ao entender melhor a corrupção é possível melhorar a qualidade da governança e melhorar o entendimento de como a corrupção altera os investimentos, conseqüentemente, afetando o crescimento de um país. É importante também verificar não somente quanto ou o que é gasto ou investido, mas como são feitos estes investimentos. Todavia, ainda segundo o autor:

“A elite política pode achar irresistível o aumento da renda proveniente da corrupção. Uma vez corrompida, a elite tentará reduzir a eficácia dos sistemas legais e judiciais através da manipulação da alocação de recursos e das nomeações para posições-chave. Recursos reduzidos dificultam o sistema jurídico de combate à corrupção, permitindo assim que a corrupção se espalhe ainda mais. Portanto, um sistema judicial fraco se torna uma causa e uma consequência da corrupção”. ([Jain, 2001](#), p. 72).

Ainda segundo [Jain \(2001\)](#), alguns atos ilegais como fraude, lavagem de dinheiro, comércio de drogas, e operações de mercado negro, não constituem corrupção em si e por si, porque não envolvem o uso de poder público. Contudo, as pessoas que praticam estas atividades precisam envolver oficiais públicos e políticos em suas operações para conseguirem levar adiante seus negócios, logo estas atividades não sobrevivem e não prosperariam sem a difusão da corrupção. Desta forma, estas atividades podem influenciar a política governamental. Junto a isso a imprecisão das regras e os custos do monitoramento determinarão a extensão da margem de manobra de atos corruptos.

Em artigo, [Abade \(2019\)](#) cita a corrupção como o exercício indevido do poder público para ganho privado, partindo da premissa do uso ilícito do poder estatal para beneficiar um indivíduo, gerando prejuízos diretos ou indiretos aos demais integrantes de uma sociedade. A autora aponta ainda a Convenção das Nações Unidas contra a Corrupção da [United Nations Office on Drugs and Crime \(2003\)](#), que foi o primeiro instrumento jurídico anticorrupção estabelecendo regras aos países signatários, tratando a corrupção como crime, oferecendo um caminho para a criação de uma resposta global a um problema global. Esta Convenção abrange diversos tipos de corrupção, como suborno, comércio de

influência e abuso de funções, além de outros atos deste tipo de crime no setor privado. Os países membros da Convenção assumem o compromisso de criminalizar a corrupção, não somente seus atos clássicos, como suborno e apropriação indébita de fundos públicos, mas também comércio de influência, ocultação e lavagem de dinheiro. A [United Nations Office on Drugs and Crime \(2003\)](#) também cita a importância da criação de instrumentos que protegem as testemunhas, os denunciante e vítimas da corrupção, como é apontado por [Leite \(2014\)](#) em seu artigo. O autor cita ainda que esta é uma preocupação mundial, não sendo um problema somente de países subdesenvolvidos. Para [Leite \(2014\)](#) a descoberta de atos de corrupção, em sua maioria, decorre de denúncias, de um agente público ou de um agente privado, ou ainda de pessoas ligadas a estes, e que é imprescindível a existência de instrumentos suficientemente aptos a incentivar as denúncias, promovendo e facilitando as informações de atos ilegais.

O capítulo está estruturado da seguinte forma: a primeira seção faz uma abordagem da teoria do crime, que tem por objetivo mostrar pontos importantes que serão utilizados na definição do modelo desenvolvido. A segunda seção apresenta diferentes definições para corrupção, pela ótica de diversos autores. A terceira seção mostra as contribuições que a neurociência traz para o entendimento do comportamento humano que pode levar à corrupção. A quarta seção mostra o processo de aprendizado que influencia o comportamento humano, levando à práticas de atos ilícitos. Por fim a última seção do capítulo traz a abordagem da corrupção pela Teoria dos Jogos.

2.1 Teoria do Crime

Sendo a corrupção um ato condenável em uma sociedade, não é errado considerá-lo como uma forma de crime. Crime tem uma conotação mais genérica, podendo culminar em danos físicos e psicológicos em cuja relação existe um agressor e uma vítima. O ato corrupto, no entanto, é uma ação em que ambas as partes consideram obter vantagem, em detrimento de uma terceira parte que seria os demais cidadãos não envolvidos no ato e somente indiretamente poderão sofrer as consequências dos danos do ato corrupto. A teoria econômica desenvolveu mais estudos e modelos explicativos sobre o cometimento de crimes do que especificamente sobre atos de corrupção. As primeiras teorias do crime, construídas com ajuda de modelos matemáticos analíticos remontam à [Becker \(1974\)](#).

A Teoria Econômica do Crime de [Becker \(1974\)](#) analisa de forma quantitativa quais as variáveis que levam a uma ação criminosa e calcula o prejuízo social decorrente desta ação, enquanto dimensiona os gastos públicos como se fossem privados para redução destas perdas. Esta teoria faz uso do raciocínio econômico para explicar algumas variáveis que são consideradas diante da decisão de praticar atos ilícitos. A ideia central do modelo reside na ponderação realizada por esses mesmos indivíduos entre custos da prática delituosa e os benefícios esperados (expectativas de lucro).

Ainda segundo [Becker \(1974\)](#), as atividades criminosas, além de serem numerosas, afetam as pessoas em diferentes atividades e de diversas origens sociais, níveis educacionais, idades, etc. A probabilidade de um ato corrupto ser descoberto, de haver condenação, e das formas de punições, também, difere de pessoa para pessoa e de atividade para atividade. O crime de corrupção é uma atividade economicamente importante, mas que muitas vezes acaba sendo negligenciada pelos economistas. O autor ainda afirma que, com o grande crescimento da legislação tributária, a evasão fiscal e outros tipos de corrupção, presumivelmente, cresceram muito mais rapidamente do que os demais crimes.

A teoria proposta por [Becker \(1974\)](#) afirma também que as proibições ou restrições de atividades ilícitas ocorre devido aos prejuízos causados aos demais membros da sociedade e que o dano gerado à sociedade tende a aumentar conforme o nível da atividade ilícita. Ainda segundo [Becker \(1974\)](#) os custos envolvidos nos crimes de corrupção são omitidos, da mesma forma como grande parte dos danos também são omitidos, ainda que alguns crimes tenham sido descobertos, desta forma, os danos causados à sociedade acabam sendo subavaliados, uma vez que os valores são estimados. Quanto maior os gastos com policiais, pessoal de tribunais e equipamentos especializados, mais fácil é descobrir estes atos corruptos e condenar os infratores. Porém, o custo de combate ao crime é uma soma dos gastos com as atividades policiais e judiciárias. Além de que, as punições têm efeito para toda a sociedade, e não somente para quem cometeu o ato ilegal. As punições, uma vez que se faz necessário gastos com prisões, guardas, supervisão, edifícios, alimentação, geram gastos para os demais membros de uma sociedade.

Conforme a teoria de [Becker \(1974\)](#), um aumento na probabilidade de ser condenado ou punido diminuiria os crimes praticados. As alterações nesta probabilidade têm um efeito maior nos crimes praticados do que uma mudança na punição. Um crime pode ser cometido quando a utilidade esperada por ele for maior que a utilidade esperada em outras atividades. Algumas pessoas cometem ações ilícitas porque seus benefícios e custos são diferentes, e não somente conforme sua motivação. Esta teoria afirma ainda que:

“Existe uma relação entre o número de ofensas de qualquer pessoa à sua probabilidade de condenação, ao seu castigo se condenado e a outras variáveis, como a renda disponível a ele em atividades legais e outras atividades ilegais, a frequência de prisões incômodas e sua vontade de cometer um ato ilegal.”([Becker, 1974](#), p. 9)

Algumas alterações, ainda segundo [Becker \(1974\)](#), poderiam ser feitas com o intuito de reduzir as atividades ilegais, como o aumento da renda disponível em atividades legais ou o aumento no cumprimento da lei que reduziria o incentivo para a prática destas ações, conseqüentemente, diminuiria o número de infrações. Do mesmo modo que mudanças nas punições, por exemplo, o encarceramento teria um maior efeito do que o pagamento de multas, uma vez que estando encarcerado não se pode cometer crimes. Mas se o crime tem um efeito monetário compensador implica que os infratores têm uma propensão ao risco e não estaria diretamente relacionado à eficiência da polícia ou ao valor gasto no combate ao crime ([Becker, 1974](#)).

2.2 O que é corrupção

Para [Cintra et al. \(2018\)](#) há divergências nos conceitos de corrupção, e é preciso diferenciar corrupção de desonestidade. Furar a fila é desonestidade, mas não é um ato de corrupção, porém, pagar o burocrata do guichê para pular a fila é corrupção. Colar na prova é desonestidade; pagar o professor para ter uma nota maior é corrupção. Ainda segundo o autor, ter de explicar a diferença entre desonestidade geral e corrupção é um indício de que a situação é muito grave.

Segundo [Amar \(2009\)](#) oportunidades de corrupção estão associadas a poderes discricionários envolvendo transferência de grande volume de ativos do público para mãos privadas. E para [Jain \(2001\)](#) tão difícil quanto mensurar é obter uma definição precisa. Porém, há uma linha mestra nas diversas definições de que a corrupção se refere a atos onde o poder do cargo público é usado para ganhos pessoais de maneiras controversas

às leis. Ainda segundo [Jain \(2001\)](#), corrupção precisa, acima de tudo, que alguém tenha poder discricionário sobre a alocação de recursos. Ele afirma que o comportamento desses agentes, ou seja, dos administradores, é limitado pela capacidade de se definir regras precisas e monitorar os agentes. Sendo assim, a imprecisão das regras e os custos do monitoramento determinarão a extensão da margem de manobra dos administradores para a corrupção.

São várias as definições usadas pelos pesquisadores, conforme tabela (2.1).

Tabela 2.1: Definições para Corrupção

Autor	Definição
Tanzi (1998)	A corrupção pode ter diversas definições, mas sempre faltando um aspecto em cada uma delas. Uma definição primária de corrupção é o abuso de poder público, seja em benefício privado ou que beneficia um partido político, classe, grupos de amigos ou familiares. Dificilmente o comportamento que denota a corrupção pode ser observado, já que não é explícito.
Treisman (2000)	É o uso indevido de cargos públicos com o objetivo de ganhos privados, que pode ser considerada como a mais difundida em determinados países, dificultando o desenvolvimento destes países.
Laffont (2006)	Corrupção é a oportunidade de ganhos privados decorrentes da necessidade de delegação de atividades do Estado a intermediários em sociedades complexas, ao possibilitar que contratos sejam estabelecidos de forma obscura, contrariando regras da sociedade e proporcionando benefícios a agentes interessados, preterindo as demais pessoas da sociedade.
Transparency International (2018)	Corrupção é o abuso do poder confiado para ganho privado, que pode ser na forma de suborno, peculato, nepotismo, tráfico de influência ou fraude contábil.

Fonte: Elaboração própria

A corrupção era tratada de forma superficial no passado, segundo artigo de [Abramo \(2005\)](#), e havia uma tendência a considerar que a corrupção lubrificaria e beneficiaria a economia. O autor coloca que na atualidade é necessário medir a corrupção devido a sua importância econômica, mas ao mesmo tempo é um problema intransponível, uma vez que os atos de corrupção são secretos e a parte descoberta não retrata o ato como um todo. Desta forma não é possível uma medida direta, ou seja, as medidas indiretas, como da [Transparency International \(2018\)](#), são as mais utilizadas. A sua crítica a despeito deste indicador se baseia no fato de ser mensurado através de opiniões de pessoas ligadas a corporações internacionais, não havendo garantias da independência entre si, e que é necessário ter cautela ao usar índices baseados nas percepções sobre corrupção, já que há pouca informação sobre o fenômeno da corrupção.

2.3 Crime, Corrupção e Neurociência

A literatura em economia comportamental e experimental possui diversas contribuições ao entendimento das razões para a existência da corrupção, do ponto de vista das escolhas individuais, sem perder de vista os motivos sociais. Conforme o artigo de [Orghian et al. \(2018\)](#), para os cientistas comportamentais, nem sempre as pessoas são tão racionais conforme é descrito nos modelos tradicionais. Há outros fatores que contribuem para o comportamento desonesto, como a cognição humana e os vieses que afetam a tomada de decisões, o contexto que pode influenciar um comportamento desonesto e fatores sociais com relevância no comportamento desonesto, como a influência que o comportamento da maioria exerce sobre outras pessoas, principalmente em situações de incerteza.

A interdisciplinaridade entre a Economia Comportamental e a Neurociência tem contribuído de forma significativa para o conhecimento do papel da personalidade no comportamento. Esta visão comportamental e neurológica possibilita um conhecimento do funcionamento humano a partir das relações entre estados fisiológicos e cognitivos e entre razão e emoção.

A neurociência tem ajudado, pela ótica da engenharia cerebral, a entender melhor o funcionamento do cérebro corrupto. Segundo [Bechara e Sobhani \(2011\)](#) o primeiro fato é que ele é diferente. Na literatura da ciência neurológica, ainda segundo estes autores, o gosto pela corrupção se desenvolve nas mesmas estruturas neuronais onde se cristaliza a fissura pela droga ou pelo sexo. Ou seja, corromper dá prazer e vicia.

De acordo com informações do [World Bank \(2015\)](#), através do relatório *Mente, Sociedade e Comportamento* há alguns países onde a corrupção é aceita como norma, não havendo qualquer tipo de punição para os que a praticam. Sendo que é possível, em algumas situações, que a pessoa honesta não seja bem vista e nem respeitada. Este relatório informa que casos de corrupção não são apontados devido ao fato de estas pessoas serem minoria e portanto, ficam isoladas das demais. Este estudo mostra ainda situações onde policiais são punidos por não aceitarem suborno, desta forma violando uma norma estabelecida. Este mesmo documento informa que pessoas com imunidade diplomática, oriundas de países com menores índices de corrupção, apresentam menores contravenções de trânsito do que aquelas vindas de países com níveis de corrupção maiores, ou seja, em muitas situações a corrupção pode ser decorrente de normas sociais internalizadas.

Com o intuito de verificar como as pessoas respondem diante de um incentivo financeiro, [Ariely et al. \(2008\)](#) desenvolveram um experimento que consistia em um teste de fácil resolução, mas com o tempo reduzido para solucionar as 20 questões. Os participantes procuram responder o máximo de questões possíveis e após conferir suas respostas eles informam ao monitor quantas acertaram. Para cada resposta certa eles ganham \$ 1. Os participantes acreditavam que o teste seria destruído sem a devida conferência, mas os pesquisadores podiam confirmar as respostas verdadeiras. Ao comparar os resultados puderam perceber que com incentivo dado pelo dinheiro e acreditando que ninguém teria acesso as suas respostas, o resultado foi um tanto alarmante. Em média, as pessoas resolveram 4 problemas, mas declararam que haviam resolvido 6 problemas. Com isso, cada participante teve um aumento médio de \$ 2 a mais. Neste estudo eles puderam constatar que 70% burlaram suas respostas, mas houve uma maior incidência entre as pequenas fraudes. Assim como a corrupção, a fraude também é, segundo o [Tribunal de Contas da União \(2019\)](#), um ato ilícito com objetivo de obter vantagem para si próprio ou para alguém. A soma total destes pequenos desvios superou a soma dos grandes desvios, sugerindo que o impacto econômico de pequenas fraudes excede o impacto das grandes

fraudes, ainda que de acordo com a ética o fato é que das duas formas houve desvio de conduta.

Em um segundo experimento, [Ariely et al. \(2008\)](#) introduziram uma nova variável. Mantendo o mesmo teste, porém, uma pessoa contratada resolve o teste em menos de um minuto, e sai da sala com os \$ 20, o que leva os demais a acreditarem que houve fraude. O objetivo agora é verificar como o comportamento muda diante desta situação. O objetivo era verificar se haveria alterações de comportamento quando se verifica que alguém que fraudou se assemelha aos demais. Um dos pontos importantes deste estudo não seria a probabilidade de ser pego, mas o quanto uma situação desta é aceita em um grupo social. Este mesmo teste foi feito com outro grupo, mas quem burlou era uma pessoa que não pertencia ao grupo. Ainda que os demais participantes soubessem que também poderiam trapacear, houve a distinção em relação a quem fraudou e o sentimento de que fraudar não é socialmente aceito. Conforme o estudo feito por [Orghian et al. \(2018\)](#) o comportamento desonesto tem maior influência quanto mais se identifica com pessoas que praticam atos ilegais, havendo maior probabilidade de contágio de comportamento desonesto quando estas pessoas pertencem ao mesmo grupo. Ou seja, quando alguém de um determinado grupo pratica um ato ilícito e as demais pessoas deste grupo se identificam com esta pessoa há um aumento na trapaça praticada por todos, mas quando o trapaceiro não pertence ao grupo diminui o nível de fraudes.

Por meio de um estudo feito empiricamente, em um ambiente de laboratório controlado, [Ariely et al. \(2016\)](#) mostraram como alguns atos desonestos estão relacionados a uma sequência de transgressões menores que gradualmente se intensificam. Através desta pesquisa foi demonstrado que medidas fisiológicas e neurológicas da excitação emocional podem ser observadas nas pessoas quando praticam um ato enganoso e ao bloquear, farmacologicamente, esses sinais houve um aumento significativo da desonestidade. Neste experimento, feito com estudantes que tiveram esses sinais bloqueados e em seguida responderam a um teste tiveram duas vezes mais chances de trair o questionário do que aqueles que receberam placebo, ou seja, na ausência de um sinal afetivo que possa ajudar a reprimir a desonestidade, as pessoas podem se envolver em atos corruptos. Este estudo demonstrou ainda que, a exposição enfraquece quando exposta com frequência, ou seja, é provável que os sinais que controlam a desonestidade diminuem com o passar do tempo, podendo, desta forma, aumentar os atos desonestos. Pequenos atos desonestos podem se transformar em grandes desvios, gerando efeitos danosos. Os resultados deste estudo mostram um mecanismo biológico dos níveis de desonestidade, o que traz uma nova visão em relação ao comportamento humano. A pesquisa mostra também que pequenos atos desonestos podem desencadear em grandes consequências.

Para se envolver em uma situação de ato ilícito as pessoas ponderam três aspectos: o montante em dinheiro que ganhariam, a probabilidade de serem pegos em flagrante e as possíveis punições caso sejam pegos. Diante disso as pessoas escolhem ser ou não honestas ([Ariely et al., 2008](#)). As normas morais, sociais, de altruísmo, reciprocidade ou comportamento antissocial têm motivações psicológicas subjacentes que variam endogenamente com o ambiente em que estão compreendidas.

Conforme um estudo feito por [Bechara e Sobhani \(2011\)](#), as pessoas com comportamento corrupto se assemelham às pessoas psicopatas, uma vez que elas não se absterem de se envolverem em tais comportamentos, ao contrário das demais pessoas que ponderam os riscos de punições ao ultrapassar as regras e leis sociais. Neste artigo o psicopata é definido como uma pessoa insensível, sem remorso, sem qualquer empatia, mas com autoconcentração, porém sem consciência e sentimentos pelos outros, além de serem

considerados predadores sociais com capacidade de manipulação. Segundo a [American Psychiatric Association \(2014\)](#) entre 1% e 3% das pessoas no mundo são psicopatas.

Com o objetivo de ganhos sociais as pessoas podem se envolver em atos corruptos devido ao fato de terem uma função anormal do córtex pré-frontal ventromedial (VMPFC¹). Existem semelhanças consideráveis entre psicopatas e pacientes que apresentam alterações no VMPFC quando se leva em consideração a falta de empatia, irresponsabilidade, tomada de decisão, comportamento social inadequado, diminuição do sentimento de culpa. Alterações na maneira como a serotonina é transportada exercem grande influência na tomada de decisões sob incerteza, além de afetarem a conectividade funcional entre o VMPFC e a amígdala².

A psicopatia pode ter diferentes graus de anormalidade que levam a comportamentos que vão desde crimes e violências até comportamentos antissociais. Outra maneira pela qual uma pessoa pode se envolver em atividades ilícitas é devido ao ambiente defeituoso, ou seja, quando se aprende que determinados atos ilegais são bons, o que não seria um problema cerebral. É necessário distinguir entre um comportamento psicopático decorrente de uma anormalidade da VMPFC de um comportamento psicopático intencional e controlado que são aprendidos em determinados ambientes. No primeiro caso as pessoas não aprendem com a repetição de seus erros, principalmente quando esse dano ocorre no início da vida, uma vez que quanto mais cedo ocorrer este dano pior são as consequências comportamentais na idade adulta. Já no segundo caso, quando as pessoas não têm qualquer tipo de deformidade, o comportamento é passível de ajustes e correções conforme as demandas sociais ([Bechara e Sobhani, 2011](#)).

Neste estudo, [Bechara e Sobhani \(2011\)](#) concluíram que psicopatas podem ocupar cargos de respeito, sejam eles empresários, empreendedores bem-sucedidos, políticos, e caso não tenham registros criminais oficiais conseguem interagir de forma normal na sociedade, mas seus crimes são de outra natureza, ou seja, manipulando pessoas ao seu redor com o intuito de enriquecimento. O psicopata não é somente aquele que apresenta o comportamento estereotipado do assassino, mas como pessoas que, no mercado de trabalho, são funcionários perversos e não confiáveis que usam pessoas ao seu redor com o objetivo de enriquecimento. O autor sugere ainda que os fatores que levam à corrupção e a comportamentos psicopatas deveriam fazer uso da perspectiva neurocientífica, mais ainda o tipo não-criminoso, que está inserido no nosso meio social.

2.4 Crime, Corrupção e Aprendizado Social

Muitas atividades criminosas podem ser decorrentes da associação com outros indivíduos criminosos, conforme argumenta [Akers e Sellers \(2000\)](#). A família exerce um papel importante no incentivo do comportamento. Para o autor os principais mecanismos que ensinam as pessoas a se envolverem em atividades criminosas são o reforço diferencial, as crenças e a modelagem. Quando um comportamento criminoso é praticado diversas vezes e se este comportamento é tolerado e reforçado, seja através de uma recompensa, ou de um elogio, e nunca punido, ele tende a ser imitado. As demais pessoas de seu

¹Ventromedial prefrontal cortex

²São neurônios que formam uma massa esferoide de substância cinzenta com cerca de três centímetros de diâmetro, chamada no pólo temporal do hemisfério cerebral de grande parte dos vertebrados, incluindo o ser humano. Esta região do cérebro faz parte do sistema límbico e é um importante centro regulador do comportamento sexual, do comportamento agressivo, respostas emocionais e da reatividade a estímulos biologicamente relevantes. Este conjunto nuclear é também importante para os conteúdos emocionais das nossas memórias.

convívio podem fortalecer não somente o crime, mas suas crenças. Uma pessoa cercada por indivíduos que têm esta crença e apoiam comportamento criminoso acabam por ter este comportamento como padrão. Uma pessoa pode imitar ou considerar um comportamento como ideal, principalmente, quando tem esta pessoa como exemplo e respeitam o grupo no qual estão inseridos. Esta conduta acaba sendo acentuada quando são recompensadas por seus atos.

Segundo a Teoria Cognitiva Social proposta por Bandura (1977) o comportamento, sendo bastante complexo, não pode ser explicado como os pensamentos e sentimentos são desenvolvidos. O comportamento humano tende a ser imitado, independente se este comportamento é apropriado ou não, mas é mais provável que os comportamentos tidos como apropriados sejam os mais imitados. Há uma tendência de se imitar as pessoas que se considera semelhantes a si. As pessoas aprendem observando as consequências do comportamento de outra pessoa que tem como modelo. Mas os indivíduos não observam automaticamente o comportamento de uma outra pessoa e imitam. Existe um pensamento antes da imitação e essa consideração é chamada de processo de mediação. Isso ocorre entre observar o comportamento e imitá-lo ou não. Mas o autor também coloca que não necessariamente um comportamento violento será reproduzido somente porque se presenciou determinada cena.

Para Warr (2002) as pessoas próximas podem influenciar outras pessoas no cometimento de crimes. O autor analisa os possíveis mecanismos que algumas pessoas usam para influenciar pessoas próximas para que cometam ou para incentivar comportamentos ilícitos. Algumas pessoas se sujeitam a ser influenciada por outros pelo medo de parecer ridículo, uma vez que esta pessoa estaria ameaçada de pertencer ao grupo, ou ainda, pelo status que uma pessoa tem dentro do grupo.

A influência que pessoas próximas exercem podem explicar alguns crimes. É necessária uma integração de teorias sociológicas do crime para uma melhor percepção da conduta anti-social entre as pessoas.

2.5 Abordagem da corrupção pela Teoria dos Jogos

Considerando a abordagem da teoria dos jogos, e tendo como base o fato de que a teoria dos jogos poderia explicar de maneira mais ativa a base das decisões de homens razoáveis de serem corruptos, Macrae (1982) analisou, através de um modelo simples, como o suborno pode ser uma estratégia dominante e a base para que as pessoas tomem decisões corruptas. A teoria dos jogos, então, era considerada uma metodologia útil e que poderia permitir a maximização da utilidade falha e que as conclusões poderiam ser derivadas de um mínimo de suposições. Segundo o autor, o suborno tem efeitos complexos e variados na composição da produção, consumo, preços dos fatores, distribuição de renda real, balanço de pagamentos, nível de preços, etc. O artigo busca explicar a onipresença da corrupção, com base nas decisões de corrupção que são tomadas. Macrae (1982) coloca que o saldo do desenvolvimento econômico, diante de atos corruptos, pareceu fortemente negativo. Ele coloca ainda que é improvável que as soluções legais sejam eficazes na resolução de um problema que tem suas raízes no funcionamento cotidiano da sociedade. Para o autor ainda não há uma solução para este problema e que a diminuição da corrupção ainda seria difícil, concluindo que o provável efeito sobre o crescimento econômico é negativo.

Para Vale (2016), quando um político decide por um ato de corrupção, ele parte de um cálculo matemático que pondera a relação custo-benefício de suas escolhas, e opta pela mais racional, considerando a Teoria do Utilitarismo. A melhor estratégia seria

praticar uma corrupção sem que seja punido. Ainda conforme [Vale \(2016\)](#) expõe, o valor da corrupção combinado com a impunidade seria a melhor opção, em utilidade, quando comparado com o fato de não ser corrupto. O autor esclarece também que, o contrapeso do valor positivo da corrupção é o valor negativo da punição. Por outro lado, uma ação corrupta associada à punição seria pior que não corromper. Para um político, considerando esta situação, as preferências seriam ser corrupto e não ser punido, não ser corrupto e por último ser corrupto e ser punido.

Considerando a Teoria dos Jogos, o Jogo da Corrupção contém quatro jogadores que representam estereótipos dos atores envolvidos em corrupção. Cada jogador tem duas opções auto excludentes e diversas preferências que dependem das jogadas dos demais envolvidos. Os jogadores são os políticos que podem escolher entre corromper ou não, o Governo que tem a opção de investigar ou não. O outro jogador é o empresário que tem a opção de corromper ou não, e finalmente os demais cidadãos que podem optar ou não em pressionar a sociedade como um todo para agir contra a corrupção ([Vale, 2016](#)).

Neste artigo, [Vale \(2016\)](#) afirma também que é impossível uma sociedade com probabilidade zero de corrupção, e um governo que tenha total condições de investigação. Sendo que seria impraticável extinguir a corrupção, uma política anticorrupção seria o combate preventivo para diminuí-la. O autor conclui que não é possível medir a corrupção pela Teoria dos Jogos, uma vez que a corrupção envolve realidades abstratas, como interesses, valores e crenças, tornando difícil ou impossível mensurar a corrupção. Mas a Teoria dos Jogos pode contribuir de forma significativa para esclarecer demandas a respeito do comportamento humano a partir de suas preferências. Finalmente, ele afirma que é impossível uma sociedade livre de corrupção, logo o nível de corrupção varia conforme as preferências dos jogadores, em que suas preferências estão relacionadas com os demais jogadores.

Com o intuito de entender melhor os mecanismos que regem a corrupção, [da Senhora et al. \(2018\)](#) criaram um modelo que gera conclusões genéricas a respeito da sociedade e do fenômeno da corrupção. Para melhor explicar as interações entre os indivíduos, os autores fizeram uso da teoria dos jogos evolucionária, em que os agentes sociais podem se comportar de forma honesta ou não. Os autores tinham como base que o comportamento que traz melhores benefícios individualmente tenderia a se espalhar pela sociedade ao longo do tempo. A teoria dos jogos evolucionária pressupõe que o jogo é jogado diversas vezes ao longo do tempo e os jogadores são escolhidos aleatoriamente de grandes populações, além de que os jogadores são pré-programados para terem um comportamento determinado, ser ou não corrupto, e ao longo do tempo essas pessoas podem evoluir a um ponto estacionário. A teoria dos jogos evolucionária assume racionalidade limitada dos agentes e usa também o conceito de adaptabilidade que representa o sucesso de reprodução de cada estratégia.

O modelo proposto por [da Senhora et al. \(2018\)](#) consiste em dois jogadores que pertencem a populações distintas e têm comportamentos distintos, e buscam maximizar seu retorno individual. Cada jogador está programado para jogar duas estratégias, oferecer propina ou delatar quem aceitou propina, e o outro jogador pode ser corrupto e pedir a propina. Ainda que este modelo tenha restrições, foi possível concluir que apesar de a corrupção gerar mal estar na sociedade, a própria sociedade tem certa culpa da situação. Tanto a população quanto a sociedade ao agirem de forma isolada irão obter resultados aquém do necessário para combater a corrupção, quando o ideal seria uma ação conjunta e harmoniosa entre ambos, pois assim os efeitos das campanhas sociais e de políticas públicas seriam maximizadas e o status da população seria direcionado para um novo equilíbrio. Os autores concluem que apesar do modelo idealizado estar longe da realidade, uma vez

que o modelo é idealizado como um indivíduo, ou um grupo pequeno de indivíduos, que tomam as decisões que podem levar anos para serem tomadas e leis possam levar décadas para serem elaboradas, foi possível perceber que é difícil para uma sociedade, originalmente corrupta, possa migrar para um equilíbrio sem corrupção.

O modelo proposto para esta dissertação, que será especificado no capítulo (4), considera a corrupção um crime em que dois ou mais agentes, entre eles um burocrata e um cidadão, com o uso indevido de cargos públicos, entram em conluio para benefício próprio ou de um grupo de pessoas, em que o cidadão, conforme seu nível de honestidade pode fazer uma oferta de corrupção a um burocrata e este, também de acordo com seu nível de honestidade, pode aceitar ou recusar a oferta deste ato corrupto.

De acordo com a teoria de [Becker \(1974\)](#), os agentes, do presente modelo, envolvidos em atos corruptos ponderam entre os benefícios de praticar ou não uma ação de corrupção, e a probabilidade de serem descobertos e encarcerados, considerando as informações de que dispõe, e de sua memória em relação aos atos de corrupção. Conforme afirmado por [Vale \(2016\)](#), a corrupção não pode ser medida pela Teoria dos Jogos devido à sua complexidade, desta forma, o modelo deste trabalho será analisado através da modelagem baseada em agentes, tendo como base os estudos expostos no capítulo (3).

3 Corrupção e Modelos Baseados em Agentes

A corrupção é um fenômeno que ocorre em todo o mundo, por isso desperta atenção e interesse de diversos pesquisadores. Assim como a definição, a forma de se estudar a corrupção também não é única. São diversas as formas de abordar a corrupção com o objetivo de compreender suas causas, e delinear uma maneira de prevenir e combatê-la.

Um estudo feito por [Situngkir e Khanafiah \(2006\)](#) tinha por objetivo encontrar um esboço estrutural da corrupção através do Swarm ¹ para simular o modelo. Neste artigo, os autores não entram no mérito das metodologias de definições, uma vez que são possíveis diferentes definições e que influenciam a forma como a corrupção é mensurada e analisada, já que a corrupção é medida por pesquisas e enquetes de amostras aleatórias de cidadãos ou empresários. Para os autores a corrupção deve ser entendida como fenômeno social complexo, que não está relacionada apenas ao aspecto econômico, mas também a muitos outros aspectos sociais e antropológicos. Neste modelo, foram analisados a dinâmica e a evolução da corrupção, usando dois tipos de agentes, os que estão no grupo G e os do grupo P que interagem entre si tendo como base uma matriz de *payoff* ² predefinida. A cada rodada um agente P escolhe um parceiro G que concordará ou não com a corrupção. Os agentes agem conforme a disposição de suas informações, não tendo o conhecimento do todo. Os agentes usam as informações sobre seus amigos e/ou vizinhos, bem como fazem uso de informações passadas, como pessoas próximas que tenham sido descobertas e ficaram presas por determinado tempo, levando em consideração, também, a possibilidade de serem descoberto em seus atos ilícitos e irem para cadeia. Nesta simulação foi observado que o índice de honestidade tem pouca influência sobre o nível de corrupção, desta forma a corrupção continua no sistema, ainda que as pessoas sejam honestas. A aplicação da lei tem um peso maior na diminuição dos casos de corrupção. A conclusão é de que a corrupção está baseada em aspectos sociais, como políticos, econômicos e culturais, sendo para tanto necessária uma discussão interdisciplinar.

Para [Wilensky e Rand \(2015\)](#) muitos modelos baseados em agentes estão interessados não no comportamento individual de cada agente, mas no que emerge a partir destes comportamentos. O comportamento desonesto acontece diante da importância da recompensa, e da baixa probabilidade de ser pego, além da baixa importância dada à punição. As pessoas têm diferentes níveis de honestidade, que acontece desde psicopatas a simples variações de mentiras. Mas é importante levar em consideração que o comportamento humano pode ter causas ao mesmo tempo biológicas, psicológicas, culturais e sociais, que interagem para influenciar e não são necessariamente disjuntivas.

A corrupção pode ser considerada um marco ruim no sistema macroeconômico. [Situngkir \(2004\)](#) discute a corrupção da Indonésia a partir de três principais fatores: a corrupção gera benefícios econômicos para o agente que corrompe; a corrupção tem impactos macroeconômicos negativos; e a corrupção deve ter consequências socio-legais para o agente corrupto. A análise é feita a partir da exploração das posições econômicas, e todos os agentes se encontram na mesma posição política e econômica. A honestidade

¹Plataforma para projetar, descrever e conduzir experimentos em Modelagem Baseada em Agentes, de [Lima et al. \(2009\)](#)

²Representação do resultado de um jogo que pode ter um número finito ou infinito de alternativas ou estratégias. Para cada par de estratégias há um valor de pagamento (*payoff*) que o jogador paga para seu oponente

dos agentes está distribuída de forma aleatória entre $[0,1]$, em que 1 representa o mais desonesto e 0 é o mais honesto. A honestidade dos agentes é fixa o tempo todo. Os agentes têm aversão ao risco distribuída de forma aleatória também, entre $[0,1]$, sendo 0 o mais avesso a risco e 1 totalmente disponível a correr riscos, mas ao longo do jogo os agentes podem alterar sua aversão ao risco. Outra variável do modelo é a rede social dos agentes. Os corruptos presos influenciarão suas redes sociais no sentido de aversão ao risco. Quanto mais vizinhos presos, maior será a aversão ao risco. Porém neste modelo todos os agentes tendem a corromper, como representação realista dos burocratas indonésios. O modelo aborda a corrupção a partir de um processo de força moral contraposto com a aplicação da lei que é representada pela probabilidade de um agente corrupto ser pego. A conclusão é de que a corrupção é inevitável e inerente da vida da burocracia moderna. Nem sempre a força moral é o único caminho para se combater a corrupção, sendo que a aplicação da lei é a maneira racional e eficiente de combater a corrupção.

Um regime de governança caracterizado por elevados níveis de corrupção prejudica os serviços prestados para os seres humanos e para o meio ambiente, sendo as falhas de governança uma das principais razões para o gerenciamento insustentável. Com o intuito de investigar as complexas relações entre práticas de gerenciamento, corrupção e a prestação de serviço público do Quênia, [Bellaubi e Pahl-Wostl \(2017\)](#) desenvolveram um modelo baseado em agente, para compreender as razões e as possibilidades de superar a corrupção que é uma questão de grande preocupação. O autor coloca, ainda, que a corrupção está associada à incompetência do Estado para o fornecimento de determinados serviços. Este modelo pode ser usado para configurar políticas e ações corretivas claras para aumentar a qualidade do serviço prestado, aprimorando a integridade e melhorando o gerenciamento deste serviço. O modelo usado faz uso de agentes que se relacionam em termos de serviços e retornos. A transação estabelece um jogo no qual cooperação significa seguir o estado de direito, enquanto que desertar é equivalente a quebrar o estado de direito. O serviço prestado refere-se ao retorno obtido pelo agente como resultado de um serviço. O modelo baseado em agentes é um modelo determinístico de aprendizado explicativo que busca explicar como os riscos de corrupção e as práticas de gerenciamento afetam o desempenho dos serviços públicos. A relação entre práticas de gerenciamento e riscos de corrupção estabelecidos pelo modelo baseado em agentes pode explicar o desempenho emergente das estratégias dos dilemas sociais. Ou seja, a cooperação ou deserção sob riscos específicos de corrupção e situações de prática de gerenciamento e o desempenho resultante. Os resultados mostram que riscos de corrupção de oportunismo regulatório e político podem levar a gestão oportunista, sendo que os riscos de corrupção e práticas oportunistas reduzem o desempenho da prestação de serviço.

[Hammond \(2000\)](#) delineou um modelo de corrupção baseado em agentes de nível micro como uma simples interação repetitiva e teórica ao longo do tempo. A população de agentes totalmente heterogêneos e a composição de interações usadas no modelo tornariam muito difícil de resolver, se não intratável, em uma estrutura analítica tradicional. Ainda segundo o autor, o modelo faz uso da dinâmica única da técnica baseada no agente para permitir um comportamento de transição que difere substancialmente da literatura existente para emergir e qualificar as condições para o seu surgimento. Os resultados sugerem vários pontos importantes:

- “1. Uma transição da corrupção para a honestidade pode acontecer de forma endógena. A transição base no modelo ocorre inevitavelmente e sem mudanças estruturais ou exógenas. Em vez disso, a transição é o

resultado de uma cascata de eventos de nível micro, acionados por uma coincidência casual de interações."([Hammond, 2000](#), p. 16).

“2. Informações locais limitadas são extremamente importantes para a rápida transmissão do medo da execução, o que torna possível o comportamento de transição. De fato, informações locais limitadas parecem ser uma condição necessária para o resultado da transição. Isso sugere que abrir redes sociais e limitar a informação local são estratégias de execução eficazes.”([Hammond, 2000](#), p.16).

Os resultados do modelo também sugerem que a opacidade em relação à natureza ou estrutura da fiscalização é eficaz na redução da corrupção, promovendo o medo e a apreensão entre os agentes. Os agentes do modelo são heterogêneos em relação às suas atitudes morais inerentes, e essa diversidade é importante para o resultado da transição. Isso sugere que a socialização no mundo real e a diversidade podem ser importantes na eliminação da corrupção. Esses pontos sugerem um teorema não comprovado: uma transição endógena para a honestidade pode ocorrer em um sistema corrupto, dadas as condições suficientes (e necessárias) de uma população heterogênea (com respeito a atitudes) para a corrupção e informações locais limitadas e redes sociais. Nenhuma mudança estrutural ou influência exógena é necessária para tal transição, que se dá espontaneamente com tempo suficiente.

[Chakrabarti \(2001\)](#) criou um modelo baseado em agentes em que considera a corrupção proveniente de níveis individuais com base em suas decisões que calculam seu risco de aversão. O autor mostra que em determinados locais a corrupção pode aumentar afetando consideravelmente toda a atividade econômica. Neste modelo a presença da corrupção causa um efeito redutor dos insumos sociais, no sentido de que as pessoas corruptas ganham as custas dos honestos. As simulações deste modelo verificaram o nível de corrupção no longo prazo. O modelo é baseado em agentes multigeracionais com aversões ao risco. Este artigo ainda mostra que as sociedades têm níveis de corrupção de equilíbrio localmente estáveis que dependem de um pequeno número de parâmetros socioeconômicos. Porém, sob determinadas condições a corrupção pode seguir uma trajetória cada vez maior até sufocar toda a atividade econômica. Os níveis de equilíbrio da corrupção dependem principalmente do grau de aversão ao risco, da proporção da renda nacional gasta em anticorrupção. O artigo demonstra uma estrutura para o fenômeno da corrupção e suas causas.

O uso de um modelo baseado em agentes permite observar padrões macroeconômicos que surgem baseados em comportamentos individuais. A finalidade do presente modelo formulado é replicar os padrões de comportamento que possibilitam o surgimento da corrupção, conforme visto no modelo de [Situngkir e Khanafiah \(2006\)](#), com base em decisões que são tomadas de forma individual, também corroborada por [Chakrabarti \(2001\)](#), como aceitar ou não um ato corrupto, porém, considerando também o efeito memória dos agentes, e tendo como ponto inicial as denúncias, que segundo [Leite \(2014\)](#), são de fundamental importância para que novos casos sejam conhecidos e investigados. O modelo analisa os diferentes níveis de honestidade, a recompensa pela corrupção, a probabilidade de ser julgado e sentenciado, e a influência exercida pela rede social do agente, semelhante ao modelo de [Situngkir \(2004\)](#), mas ao contrário deste, o presente modelo pondera a honestidade como variável ao longo do tempo, considerando, de acordo com [Wilensky e Rand \(2015\)](#), que o comportamento humano pode ter causas diversas e não divergentes que interferem em suas ações. Diante disso, o modelo especificado no capítulo (4), pretende

contribuir com a literatura para um melhor entendimento das variáveis envolvidas, que num agregado possibilitem que efeitos como a corrupção sejam possíveis.

4 Corrupção e Comportamento Adaptativo: um modelo baseado em agentes

A proposta deste trabalho, através de um modelo baseado em agentes, é reproduzir e explicar a dinâmica de situações micro que emergem e geram efeitos macroeconômicos como a corrupção. Para isso serão replicadas tomadas de decisões que incluem a análise da recompensa financeira por parte dos agentes e dos riscos de serem pegos e presos, bem como a influência do seu meio social para atos corruptos, considerando seu nível de honestidade. A finalidade é aprimorar o conhecimento através da simulação, sendo que é de fundamental importância para a economia de um país a contribuição de estudos de crimes como a corrupção.

Espera-se que esta dissertação possa contribuir com o estudo da corrupção no campo das ciências sociais, possibilitando a compreensão da corrupção. Para tanto serão analisados fatores pertinentes na tomada de decisões, como honestidade, recompensa financeira, influência do meio social e tempo de prisão.

O modelo consiste em uma população P dividida em dois tipos de agentes, os cidadãos comuns, c_i , e os burocratas, b_i . As informações de que estes agentes dispõem estão disponíveis conforme a rede social que cada um ocupa. Para participar destes atos, tanto os burocratas, quando os cidadãos, irão se basear na sua rede de relacionamento. Os agentes têm um tempo de duração da memória, m_i , dos períodos passados, sabendo quantas pessoas do seu *network* praticaram atos corruptos, C_i , e não foram pegas. Terão como informação também a probabilidade de serem pegos, de receberem uma sentença, S_i , e presos por um determinado número de períodos. Esta sociedade tem uma densidade demográfica, Ω , dos agentes, que configura o percentual de ocupação da população total de cidadãos. Além de contarem com o poder de influência dos vizinhos, η_i , bem como do tamanho desta vizinhança, n_i .

Para cada tipo de agente é definido um valor aleatório de honestidade, h_i , que varia no intervalo $[0,1]$. Nas rodadas seguintes a percepção da honestidade está de acordo com as rodadas anteriores, que define uma razão entre o ganho e a perda de honestidade.

Cada rodada um cidadão c_i com grau de honestidade, h_i , irá escolher um burocrata b_j com o respectivo grau de honestidade h_j de forma aleatória para propor um ato corrupto. Dependendo do grau de honestidade do cidadão, a oferta poderá ou não ser proposta. Dependendo do grau de honestidade do burocrata a proposta poderá ou não ser aceita. Haverá essa ligação ou ato corrupto se ambos entrarem em um acordo. A corrupção irá acontecer quando houver concordância entre os dois agentes, uma vez que seu comportamento está baseado em suas expectativas, ou seja, quando o *payoff* de corromper, ρ^c , é maior que a expectativa de não corromper, ρ^{nc} , conforme a teoria proposta por [Becker \(1974\)](#), que tem como ideia central a ponderação que os agentes fazem entre os custos de uma prática delituosa e os benefícios esperados por esta prática. Uma vez que os agentes têm racionalidade limitada e agem de forma adaptativa, eles têm memória em relação às interações passadas. Os agentes poderão escolher entre corromper ou não diante dos riscos envolvidos entre ser preso ou não. Os agentes, diante do grau de honestidade, podem ser corrompidos e serem denunciados. Diante da probabilidade de este agente ser pego ele poderá ser preso e sofrer ações corretivas. Neste período preso ele pode se recuperar e não se envolver mais com corrupção ou não se regenerar e voltar a cometer os mesmos erros. O modelo é construído com base na capacidade de aprendizagem e adaptação da dinâmica da estrutura social, já que a corrupção parte da simples interação entre os agentes

num nível micro, mas que num sistema complexo é visto como uma Lemacroestrutura. Algumas hipóteses podem ser testadas de como a sociedade pode conduzi-las, seja através de processos políticos, econômicos e culturais, e sempre havendo uma interdisciplinariedade da sociedade como um todo.

As denúncias são um instrumento fundamental no combate à corrupção, segundo [Banisar \(2011\)](#). As pessoas que denunciam atos ilícitos enfrentam graves consequências devido à sua denúncia e em muitos casos perdem seus empregos ou acabam sendo excluídos de suas atividades. Ainda segundo o autor, denunciante acabam sendo acusados de crimes por terem violado leis. Então, segundo [Banisar \(2011\)](#), é necessário assegurar os direitos e oferecer proteção a quem faz uma denúncia. A importância da denúncia também é corroborada por [Leite \(2014\)](#) que afirma que muitos atos de corrupção são descobertos decorrente de denúncias. No presente modelo as denúncias, δ , ocorrem após determinado número limite de tentativas de corrupção, γ , que um cidadão faz para um burocrata. Conforme especificado neste modelo, a denúncia ocorre após 4 tentativas de corrupção. Ao ultrapassar este valor limite de denúncias o agente vai para a prisão e sua prisão é reportada para os demais agentes. Desta forma, o agente deixa de praticar atos corruptos.

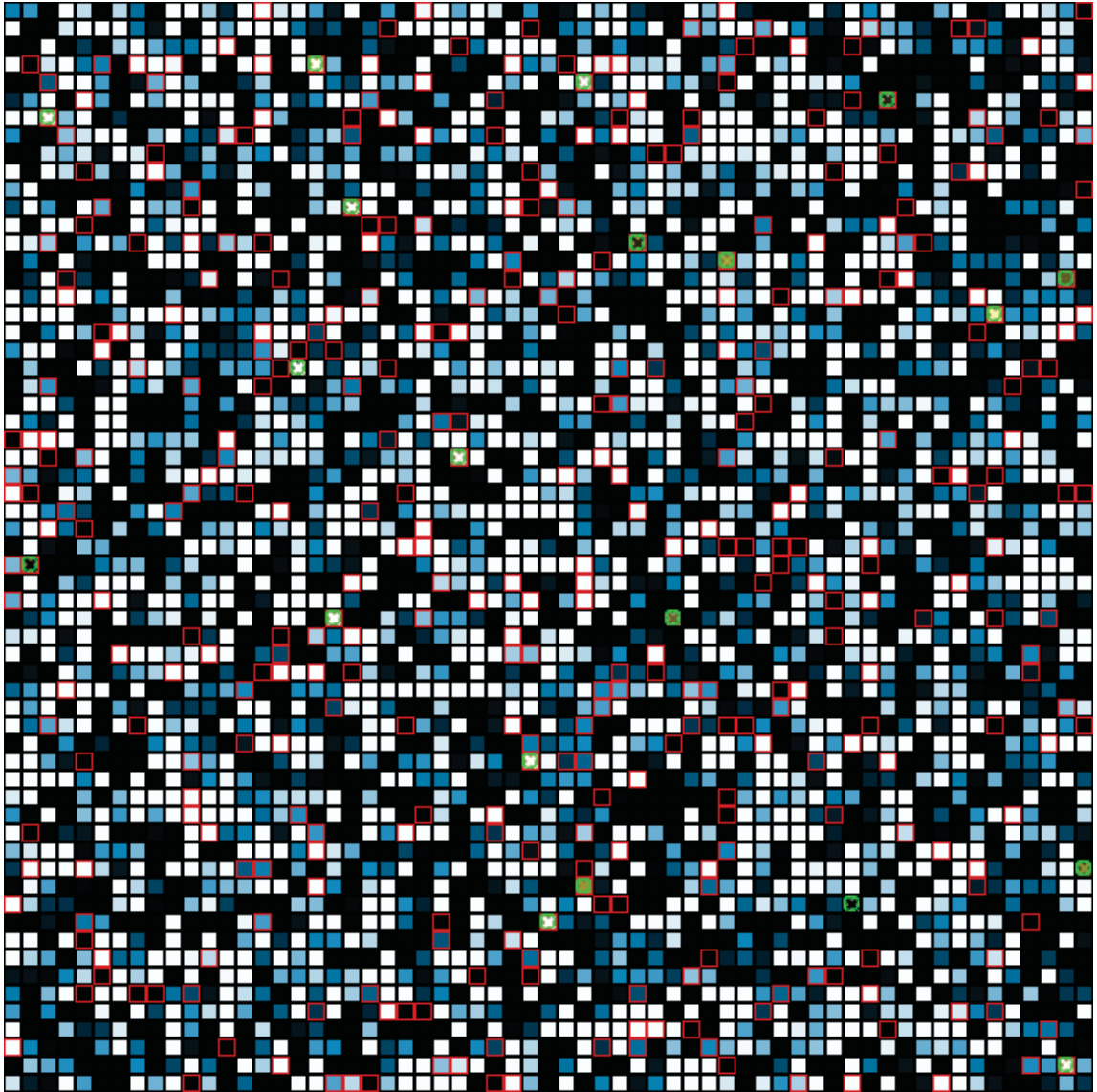
Um corrupto pode ter semelhanças com um psicopata, conforme artigo de [Bechara e Sobhani \(2011\)](#), sendo que estas pessoas não se privam de se envolverem em comportamentos corruptos, uma vez que são pessoas que não sentem remorso e nem se redimem. Ainda segundo o autor, estas pessoas têm autoconcentração, mas sem consciência e empatia pelas demais pessoas. São pessoas tidas como predadores sociais e dominadores. No modelo proposto, tendo como base a [American Psychiatric Association \(2014\)](#), considera-se que 3% dos agentes são psicopatas nato, ou seja, são incorrigíveis.

4.1 A Sociedade artificial e sua população

O modelo possui uma população de dois tipos de agentes, burocratas ($b_i \in \{1, \dots, \mathcal{B}\}$) e cidadãos ($c_i \in \{1, \dots, \mathcal{C}\}$), onde ambos decidem a cada passo de tempo se assumirão um comportamento corrupto ou não, conforme o grau de honestidade e dependendo da interação entre eles. O índice de honestidade ($h_{i,t}$) é um número aleatório no intervalo $[0,1]$, uma vez que cada cidadão percebe a corrupção de forma distinta e ajusta a mesma de forma adaptativa ao longo do tempo.

No intuito de reproduzir uma sociedade artificial, definimos um espaço cartesiano de dimensões $n \times n$ onde cada coordenada (i, j) é ocupada por um agente do tipo burocrata ou cidadão, como na figura (4.1). No exemplo a seguir, que é base para as simulações realizadas no capítulo (5) usamos uma sociedade com tamanho 61×61 , o que significa uma população de 3721 agentes. No intuito de garantir simetria uma coordenada central na linha e coluna central (0,0) é adicionada com o que temos uma dimensão de 61 ao invés de 60. No modelo, além das dimensões, o tamanho da população também depende da densidade populacional Ω , se a densidade for menor do que 100% algumas coordenadas ou endereços serão vazios. A densidade populacional importa para o cálculo das relações de vizinhança. Com uma densidade populacional $\Omega = 100\%$ todas as posições na vizinhança de um agente serão preenchidas e portanto as relações sociais do agente serão completas. Por exemplo, se o raio de vizinhança for definido como 1, então um agente terá 8 vizinhos com quem se relaciona. Se $\Omega < 100\%$ o número de vizinhos será menor e portanto as relações sociais, que ocupam um papel central no modelo, serão também menores.

Figura 4.1: Visão Geral do Modelo



Nota: A sociedade artificial é representada por uma topologia plana de coordenadas $n \times n$ onde em cada coordenada (i, j) reside um burocrata ou um cidadão. Os cidadãos estão indicados com a cor azul e os burocratas com a cor amarela com o símbolo \otimes . O azul mais escuro indica um grau de honestidade $h_{i,t}$ mais baixo e o azul mais claro mais alto até o limite do branco, o mesmo ocorrendo com burocratas amarelos. Os agentes marcados com uma borda vermelha são agentes considerados corruptos, isto é, $C_{i,t}^{b,c} = true$. O percentual inicial de agentes corruptos é definido por parâmetro, conforme será explicado ao longo deste capítulo. Neste exemplo as coordenadas i, j vão de -30 a mais 30, com centro em $(0,0)$ o que gera um tamanho 61×61 , significando uma população de 3721 habitantes se a densidade populacional for de 100%.

Fonte: Elaboração própria

4.2 Memória

A memória de cada agente, burocrata ou cidadão, é um vetor de tamanho τ fixo no tempo definido exógenamente no início da simulação, onde cada posição do vetor corresponde ao que aconteceu num determinado tempo no passado ($\mathbf{m}_{i,t} \in \{1, \dots, \tau\}$) sendo que o número de períodos de lembrança τ é o mesmo entre todos os agentes. Cada elemento do vetor contém um bit 0 ou 1 de informação indicando se naquele período passado houve um ato de corrupção dele mesmo e dos seus vizinhos, com 0 indicando ausência e 1 presença de corrupção na lembrança do agente em cada momento do tempo. Por exemplo, um agente com memória de dez períodos passados ($\tau = 10$) poderá ter seu

vetor de memória dado por $\mathbf{m}_{i,t} = \{0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1\}$. Neste caso o total de eventos corruptos é simplesmente dados pela soma dos elementos do vetor, a qual será igual a 3. A medida que o tempo flui, a posição mais antiga é descartada e uma nova informação é adicionada ao vetor, mantendo o tamanho do vetor constante ao longo do tempo. Embora o tamanho do vetor, ou o que dá no mesmo, o tamanho da memória seja constante, o conteúdo da memória varia no tempo.

4.3 Ser ou não ser: a questão!

Uma vez atualizada a memória o próximo passo é os agentes interagirem uns com os outros em seu ambiente social. A interação entre os agentes se dá em dois momentos. Num primeiro momento o modelo calcula se o agente irá optar em ser corrupto ou não e num segundo momento irá procurar um outro agente para realizar uma oferta de corrupção.

A primeira decisão, ser ou não ser, é uma decisão a ser tomada por todos os tipos de agentes, cidadãos e burocratas. Uma vez tomada essa decisão o cidadão vai à rua, como se diz, em busca de um burocrata para corromper. Na atual versão do modelo, as ofertas são unilaterais, isto é, os cidadãos fazem ofertas aos burocratas, os quais passivamente aceitam ou não.

Em relação à primeira decisão, a cada momento do tempo os burocratas e cidadãos avaliam seus contextos individuais e sociais e decidem se irão fazer uma proposta de corrupção. A decisão de ser ou não corrupto depende portanto da comparação entre *payoff* de ser e o *payoff* de não ser corrupto calculado por cada agente, conforme equação (4.1):

$$C_{i,t}^k = \begin{cases} \text{True} & \text{if } p_{i,t}^c(A, B, \pi, \rho^c) \geq p_{i,t}^{nc}(h, \rho^{nc}) \\ \text{False} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4.1)$$

onde $C_{i,t}$ é uma variável booleana (*true* ou *false*) que indica se o agente do tipo $k = \{b, c\}$ decidiu ser corrupto naquele momento, $p_{i,t}^c$ é o *payoff calculado* de ser corrupto e $p_{i,t}^{nc}$ é o *payoff calculado* de não ser corrupto. O *payoff calculado* de ser corrupto é uma função a ser descrita adiante a qual depende da memória (A), das relações sociais (B) do agente, do tempo de prisão (π) que é um parâmetro global e do parâmetro *payoff padrão* de ser corrupto (ρ^c). O *payoff calculado* de não ser corrupto, por sua vez, depende das inclinações inatas de um agente dadas pelo grau de honestidade ($h_{i,t}$), o qual evolui no tempo por um processo de aprendizado social (mais sobre isso na equação (4.9) e seguintes).

Como visto, estamos distinguindo dois tipo de *payoff*, o *payoff calculado* e o *payoff padrão*. O primeiro constitui uma variável endógena do modelo e varia entre os agentes e no tempo e pode ser compreendido como o *payoff* esperado pelo agente contendo portanto elementos “subjetivos” e o segundo é um *payoff* padrão, parametrizado, comum a todos que contém um valor objetivo que serve de base para os agentes calcularem seus valores subjetivos. Além disso estamos distinguindo o *payoff* em termos de *payoff* de ser corrupto e o *payoff* de não ser corrupto como se o agente fizesse a si mesmo a seguinte pergunta: “o que eu ganho em ser honesto e o que eu ganho em ser corrupto”. Em essência essa é apenas uma decisão, ser ou não ser, mas se a desmembrarmos desta maneira a computação do comportamento do agente fica mais explícita e parece fazer mais sentido no plano microeconômico.

Do lado do *payoff* de *não ser* corrupto ($p_{i,t}^{nc}$) a função é dada pela equação (4.2) a seguir. A equação tem uma forma logística (conforme pode ser visto na figura 4.2) e o raciocínio por detrás desta equação é que um agente com baixo grau de honestidade

deixaria se corromper por pouco valor de oferta, como o indivíduo corrupto que se “vende a qualquer preço”, de forma que quanto menor $h_{i,t}$ menor é o payoff que subjetivamente este agente aceitaria para se corromper. Assumindo uma relação linear simples, podemos estabelecer que:

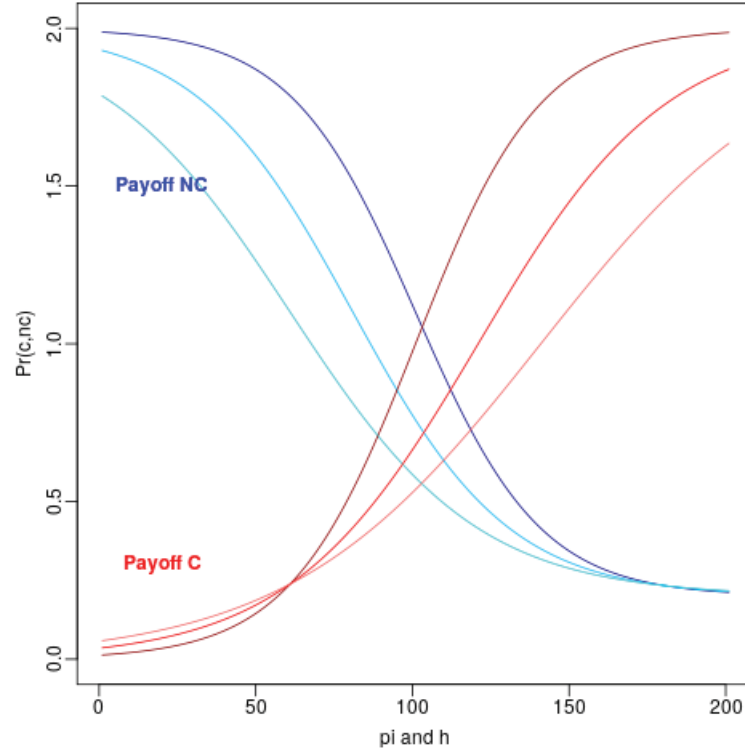
$$p_{i,t}^{nc} = \frac{\rho^{nc}}{(1 + \exp[-(h_{i,t} - \phi_1)/\phi_2])} \quad \text{onde } 0 \leq h_{i,t} \leq 1 \quad (4.2)$$

onde $(p_{i,t}^{nc})$ é o payoff de não ser corrupto *calculado* pelo agente i , $h_{i,t}$ representa o grau de honestidade deste agente e $\phi_{1,2}$ são parâmetros que regulam a inclinação e posição da curva logistica. Um cidadão incorruptível teria $h_{i,t} = 1$ e portanto o *payoff* calculado seria o maior possível, determinado pelo valor máximo do parâmetro ρ^{nc} . Note que o grau de honestidade não é fixo dependendo da memória e das relações sociais do agente (ver equações 4.4 e 4.5), caracterizando um aprendizado social que transforma sua propensão inicial, reproduzindo assim, a máxima de que “o homem é fruto do seu meio”.

Os agentes ajustam seu nível de honestidade, h_i , em função do seu meio social, e de suas memórias, que afetam o seu payoff esperado, podendo aumentar ou diminuir com base na honestidade. O *payoff* de não ser corrupto depende basicamente da variável h que é uma variável subjetiva do agente. Desta forma o *payoff* calculado é o *payoff* padrão ajustado pela honestidade.

Quando o agente tem um nível de honestidade muito baixo e o tempo de encarceramento, π , também é baixo, um *payoff* baixo teria um valor subjetivamente muito alto, ou seja, ele é capaz de aceitar um valor baixo devido ao seu nível de honestidade baixo. Esta é uma função negativamente inclinada. Desta forma quando o nível de honestidade do agente é muito alto, e conforme aumenta o tempo de encarceramento, seria necessário um valor alto para conseguir corrompê-lo. O agente calcula o *payoff* de ser corrupto e o de não ser corrupto, conforme equação (4.3), em que o agente confronta suas inclinações individuais com suas experiências sociais e de seus vizinhos, que estão armazenadas em sua memória.

Figura 4.2: Payoff de não ser corrupto



Nota: Um agente com baixo nível de honestidade aceitaria ser corrompido por um valor inferior ao valor aceito por um agente com maior nível de honestidade. Ou seja, quanto menor o nível de honestidade do agente, menor o *payoff* que este agente aceitaria para um ato corrupto. O agente com grau máximo de honestidade precisaria de um *payoff* máximo. O ponto de interseção entre a curva azul e a curva vermelha é o ponto entre ser corrupto ou não ser corrupto.

Do lado das condições objetivas o payoff em *ser* corrupto depende de sua memória e também das condições presentes em sua vizinhança. Sua memória basicamente carrega informações sobre experiências sociais objetivas do passado. Assim, um burocrata ou cidadão poderá assumir um comportamento corrupto dependendo do payoff objetivo obtido com estas informações conforme equação (4.3):

$$p_{i,t}^c = \rho^c - \frac{1 - (1 - A_{i,t})(1 - B_{i,t}) * \rho^c}{1 + \exp(-(\pi - \lambda_1)/\lambda_2)} \quad (4.3)$$

onde $p_{i,t}^c$ é o payoff calculado de ser corrupto do agente i , $A_{i,t}$ é o percentual de agentes que já cometeram atos de corrupção no passado que ainda permanece na memória do agente i , $B_{i,t}$ é a probabilidade do agente i ser preso no tempo t calculada com base em suas relações sociais, ρ^c é um parâmetro indicando o payoff padrão de um ato de corrupção, π é o número limite de ofertas de corrupção ou tolerância para ser denunciado e $\lambda_{1,2}$ são parâmetros que regulam a inclinação e a posição das curvas logísticas.

O *payoff* calculado de uma oferta de corrupção depende da informação armazenada na memória do cidadão calculada como sendo o número de atos corruptos vivido ou presenciado como proporção do tempo de memória, cujo valor é dado por:

$$A_{i,t} = \frac{\sum_{t=1}^{\tau} \mathbf{m}_{i,t}}{|\mathbf{m}_{i,t}|} \quad \text{onde } 0 \leq A_{i,t} \leq 1 \quad (4.4)$$

onde $A_{i,t}$ a proporção entre o número atos corruptos presenciados ou vividos no passado dado pelo somatório dos elementos vetor \mathbf{m} e $|\mathbf{m}|_{i,t}$ é o tamanho do vetor \mathbf{m} ou o tamanho da memória. Lembre-se que o vetor \mathbf{m} contém τ elementos com valores $[0, 1]$, e portanto o somatório dos elementos é igual a contagem de elementos com valor 1.

Para calcular a probabilidade $B_{i,t}$ de ser preso podemos assumir que os agentes comportam-se estatisticamente como agentes *frequentistas*, isto é, conhecem a realidade à sua volta (vizinhança) e calculam a probabilidade como sendo a porcentagem de presos em relação ao total de agentes corruptos em sua vizinhança em cada momento $t - 1$. O período t ainda está em curso, portanto os conjuntos de agentes ainda não estão totalmente computados para todos os agentes, somente as informações do período passado estão disponíveis. Para isso cada agente calcula a probabilidade esperada de ser preso conforme equação (4.5):

$$P(S)_{i,t} \equiv B_{i,t}^{b,c} = \frac{|S_{i,t-1}| : S_{i,t-1} = \text{true}}{|N^c|_{i,t-1}} \quad \text{onde} \quad 0 \leq B_{i,t} \leq 1 \quad (4.5)$$

onde $B_{i,t}^{b,c}$ é a chance percebida do agente i ser pego por um ato de corrupção no tempo t , $|S_{i,t}|$ é o número total de vizinhos corruptos e presos dentro do círculo de vizinhança no momento t , isto é, $S_{i,t} = \text{true}$, e $|N^c|_{i,t}$ é o número total de vizinhos corruptos, presos ou não, no período t , também dentro do círculo de vizinhança.

4.4 Interagindo: corrupção, prisão e liberdade

Uma vez que os agentes decidiram como se comportarão em cada momento do tempo, se serão ou não corruptos, o segundo momento da dinâmica social é a interação de fato entre dois agentes e o resultado desta interação. Propostas serão feitas por cidadãos para burocratas, as quais poderão ser aceitas ou recusadas. Se forem aceitas, em algum momento um agente, cidadão ou burocrata, poderá ser denunciado e preso ou não. Começamos então pela oferta e em seguida a aceitação e finalmente a prisão.

Um cidadão c_i irá escolher aleatoriamente um burocrata b_i entre os burocratas mais próximos de sua vizinhança e ativos, isto é, entre burocratas livres a quem fará a oferta. Pode ocorrer que apenas b_i ou apenas c_i sejam corruptos, ou ambos, conforme já decidido pela equação (4.1). Em cada caso os agentes acumularão suas ofertas feitas e recebidas no tempo conforme a seguinte regra:

$$\begin{cases} q_{i,t}^b = q_{i,t-1}^b + 1 & \text{se } C_{i,t}^b = \text{true} \text{ e } C_{i,t}^c = \text{false} \\ q_{i,t}^c = q_{i,t-1}^c + 1 & \text{se } C_{i,t}^b = \text{false} \text{ e } C_{i,t}^c = \text{true} \end{cases} \quad (4.6)$$

onde $q_{i,t}^b$ é o numero de ofertas que um burocrata recebeu ao longo do tempo e $q_{i,t}^c$ é o número de ofertas que um cidadão fez e $C_{i,t}^{b,c}$ é o status momentâneo do agente o qual indica se o mesmo decidiu ser ou não corrupto neste momento.

As ofertas vão se acumulando no tempo até o momento em que elas atingem um determinado limite dado por γ que significa o número de ofertas acumuladas no tempo para que um burocrata ou cidadão seja denunciado. Havendo uma denúncia o agente é imediatamente preso e quando isso ocorre o status do agente, livre ou preso, é alterado e o agente é detido por um período de tempo π . Além disso sua memória $\mathbf{m}_{i,t}$ agora registra

mais um ato de corrupção. Assim um agente será preso quando o número acumulado de ofertas for maior ou igual à γ , isto é:

$$\text{Se } q_{i,t}^{b,c} \geq \gamma \quad \begin{cases} a_{i,t} = false \\ C_{i,t} = false \\ q_{i,t} = 0 \\ \mathbf{m}_{i,t=\tau} = 1 \end{cases} \quad (4.7)$$

onde γ é um parâmetro que determina a quantidade limite de tentativas de corrupção que um agente faz ou sofre para ser denunciado, $a_{i,t}$ indica se o agente está livre e ativo (*true*) ou preso (*false*), $C_{i,t}$ indica o status do agente em relação a ser considerado corrupto (*false*) ou não (*true*).

Quando um agente está preso e $a_{i,t} = false$ este agente ficará fora das próximas interações sociais por um período de tempo π que é o período que estará cumprindo pena.

Por fim após decorrido um intervalo de tempo π o agente será solto. Otimisticamente na atual versão do modelo consideramos que o agente “aprendeu a lição”, de forma que ele volta regenerado para a sociedade. Matematicamente isto significa que o número de tentativas $q_{i,t}$ é zerado e seu grau de honestidade $h_{i,t}$ é recalculado e recebe um novo valor aleatório. Sua memória, no entanto, permanece a mesma, pois o passado está dado.

$$\text{Se } g_{i,t}^{b,c} \geq \pi \quad \begin{cases} a_{i,t} = true \\ C_{i,t} = false \\ h_{i,t} = U(0, 1) \end{cases} \quad \text{onde } U(0, 1) > h_{i,t-1} \quad (4.8)$$

onde $a_{i,t} = true$ indica que o agente voltou à ativa e portanto pode participar do jogo social e das interações novamente, $C_{i,t} = false$ determina que o agente não está envolvido em corrupção e o grau de honestidade $h_{i,t}$ que será baixo é alterado para um novo valor aleatório gerado por uma distribuição de probabilidade uniforme entre 0 e 1, com o cuidado de que o novo valor seja maior que o anterior.

4.5 Ajustando o comportamento, evolucionariamente

Uma das características principais deste modelo é o fato dos agentes aprenderem socialmente e ajustarem suas condutas ou decisões a medida que interagem com os demais agentes. No modelo os agentes nascem com uma inclinação inata à corrupção dada por $0 \leq h_{i,t=0} \leq 1$, a qual é alterada ao longo das interações sociais por um processo de aprendizado social adaptativo. Quando o agente foi preso, cumpriu pena e em seguida solto, o seu grau de honestidade é alterado conforme equação (4.8), no entanto $h_{i,t}$ é constantemente revisado devido ao mencionado processo de aprendizagem e adaptação social. Este processo por ser matematicamente implementado na forma descrita a seguir. Quando estes agentes não estão presos eles têm a opção de alterarem ou compararem o seu grau de honestidade para se adequar à disposição média de honestidade, \bar{h} , de seus vizinhos, conforme equação (4.9), (4.10) e (4.11):

$$h_{i,t} = h_{i,t-1} - \Delta h \quad \text{se } h_{i,t-1} > \bar{h} + \Delta h \quad (4.9)$$

$$h_{i,t} = h_{i,t-1} + \Delta h \quad \text{se } h_{i,t-1} < \bar{h} - \Delta h \quad (4.10)$$

$$h_{i,t} = \bar{h} \quad \text{se} \quad \begin{cases} h_{i,t-1} < \bar{h} + \Delta h \\ h_{i,t-1} > \bar{h} - \Delta h \end{cases} \quad (4.11)$$

onde $h_{i,t}$ representa o nível de honestidade do agente i no período t , \bar{h} representa a média do nível de honestidade dos agentes em sua vizinhança e Δh é um parâmetro que representa a variação do nível de honestidade dos agentes.

Quando o agente i percebe que seu nível de honestidade (h_i) no período $t - 1$ está acima da média mais uma variação do nível de honestidade ($\bar{h} + \Delta h$), no período t ele irá adequar seu nível de honestidade, tendo como base o seu nível anterior menos uma variação em relação à média (\bar{h}). Da mesma forma quando o agente i percebe que seu nível de honestidade (h_i) no período $t - 1$ está abaixo da média menos uma variação do nível de honestidade ($\bar{h} - \Delta h$), no período t ele irá tentar demonstrar um nível de honestidade maior, desta forma seu nível de honestidade h_i no período t será a sua honestidade, no período anterior, acrescida de uma variação (Δh). Se o nível de honestidade do agente i , no período $t - 1$ for menor que a média de honestidade (\bar{h}) acrescida de uma variação da honestidade (Δh) e, também menor que a média de honestidade (\bar{h}) menos uma variação da honestidade (Δh), então no período seguinte o agente i irá se adequar à média de honestidade (\bar{h}).

5 Simulações

Este capítulo tem por objetivo analisar a evolução de uma sociedade artificial que teoricamente replica em escala uma sociedade real, porém com simplificações que permitam compreender as interações ao nível microeconômico e suas consequências macro e destacar as variáveis consideradas relevantes para o problema da corrupção e seus incentivos econômicos e influências sociais. Para tanto o capítulo apresenta uma série de simulações baseadas em calibrações arbitrárias. Por se tratar de um problema de alta complexidade, em termos de suas possibilidades de cálculo e emergência de resultados, alguns dos parâmetros que refletem comportamento social, não são calibrados a partir de estudos empíricos, que seria o desejável. Avanços nesta linha de pesquisa podem ser feitos, como forma de estimar determinados parâmetros utilizados neste modelo, mas este não é o objetivo desta dissertação, a qual foi concebida para produzir um modelo teórico o qual pode posteriormente ser melhorado, expandido e calibrado com base em dados reais para as variáveis e parâmetros em que isto se torne viável.

O capítulo está estruturado da seguinte forma: a primeira seção realiza uma simulação¹ que está sendo chamada de *base-line*, a qual tem por objetivo mostrar o funcionamento do modelo e explorar suas dinâmicas. Nesta seção é apresentada uma calibração inicial do modelo com os parâmetros fixados arbitrariamente. A segunda seção apresenta uma série de experimentos baseados em simulações contra-factuais as quais permitem compreender a evolução da corrupção em uma sociedade para diferentes combinações de parâmetros. Tais simulações ajudaram a compreender a dinâmica da corrupção dentro dos limites do modelo. Por fim uma seção final do modelo discute de forma mais abrangente os resultados obtidos comparando-os com a literatura de modelos baseados em agentes já tratada no capítulo (3).

5.1 Base-Line

O modelo consiste numa população com dois tipos de agentes, sendo que 5% são os burocratas, b_i , e os demais 95% são cidadãos comuns, c_i , que interagem entre si em uma rede de relações sociais definida no tempo $t = 0$, permanecendo constante até o final, tal como na figura (4.1), que representa a tela inicial do modelo. As células seguem uma escala de azul, quanto mais escuro mais honesto é o agente. As células com bordas vermelha representam os agentes corrompidos. E os burocratas são representados pela célula com um x .

Para garantir a robustez das simulações foram realizadas 100 simulações com os parâmetros iniciais conforme a tabela (5.1). Os resultados se referem aos casos de corrupção, decorrentes da honestidade, influência do meio social, valor recebido para cometer um ato corrupto, e risco de serem pegos e presos. Cabe ressaltar ainda que trata-se de um sistema hipotético, então se faz necessário que as variáveis sejam atualizadas e se adaptem, para que haja uma conversão para um equilíbrio dinâmico. Diante disso as cinquenta primeiras simulações são desprezadas e a simulação começa deste ponto em diante.

A simulação do modelo tem como objetivo validar o comportamento dos resultados em diferentes configurações. O modelo dinâmico é a representação da evolução de um

¹O modelo foi implementado utilizando-se a plataforma Netologo (versão 6.1.1) (Wilensky, 1999), e o código fonte encontra-se no anexo 2 desta dissertação.

Tabela 5.1: Parâmetros da Simulação Base

Parâmetro	Símbolo	Equação	Valores
World size	WS	*	30
Densidade	Ω	*	100
Média do nível de honestidade	\bar{h}	4.9	0.5
Desvio padrão do nível de honestidade	Δh	4.9	0.5
Payoff de ser corrupto	ρ^c	4.2	1
Payoff de não ser corrupto	ρ^{nc}	4.2	1
Tamanho da memória	τ	4.4	5
Denúncias	δ	*	5
Número limite de tentativa de corrupção	γ	4.7	4
Influência dos vizinhos	η	4.8	True
Tempo de prisão	π	4.2	True
Alteração da honestidade	$\bar{h} \pm \Delta h$	4.9	0.08
Burocratas corruptos	N_{cb}	*	0.05
Burocratas por 1000 cidadãos	$N_b/1000$	*	100
Cluster de burocratas	cl^b	*	20
Cidadãos corruptos	N_{cc}	*	0.05
Tamanho da vizinhança	n	*	1
Expectativa de vida	Exp	*	80

Fonte: Elaboração própria

sistema no tempo. Os parâmetros de entrada permitem ponderar quais fatores têm influência nos resultados do modelo.

Figura 5.1: População por Nível de Honestidade

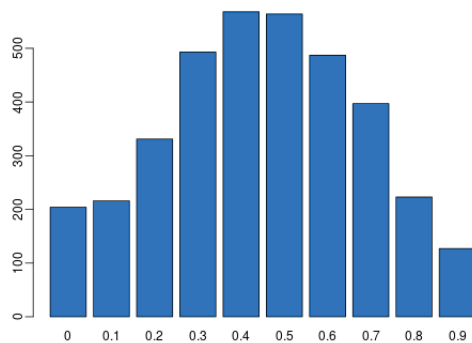
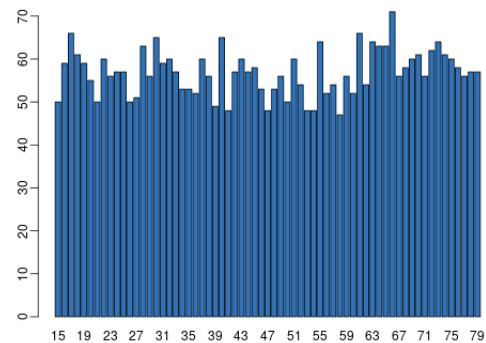


Figura 5.2: População por Idade



Fonte: Elaboração própria

Para este modelo proposto, o grau de honestidade da população inicial, em $t = 0$, segue uma distribuição normal com média 0.5 e desvio padrão 0.05]. A figura (5.1) mostra o caso da distribuição para uma determinada semente aleatória. O gráfico permite a visualização da frequência por níveis de honestidade e mostra que há uma maior frequência de agentes com nível de honestidade em torno da média. É possível mensurar ainda que há uma maior quantidade de ausência de honestidade do que agentes totalmente honestos.

O gráfico (5.2) representa os resultados da faixa etária dos agentes deste modelo, em que eles têm um período que vai de 15 até 80 anos. Esta variável não é um controle sobre seus efeitos, mas somente a título de haver renovação da população.

Figura 5.3: População Corrompida

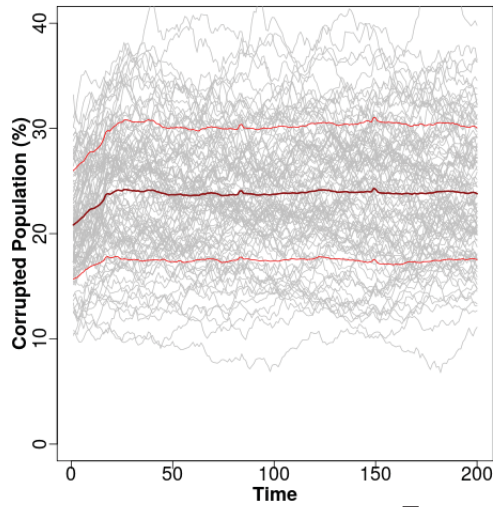
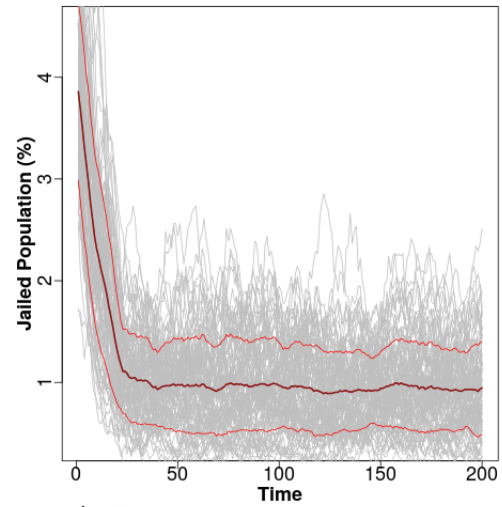


Figura 5.4: População Encarcerada



Fonte: Elaboração própria

Nota: A linha em vermelho mais escuro representa a média da população corrompida e da população encarcerada, respectivamente. As linhas em vermelho mais claro representam o desvio padrão para mais ou para menos.

5.2 Efeito do Tempo de Prisão

Esta seção avalia o efeito que a variação do tempo de prisão tem para os agentes deste modelo, aqui dado pelo parâmetro π , conforme equação (4.3).

Nas figuras (5.3) e (5.4) as cinquenta primeiras simulações são desconsideradas a título de adaptação dos valores iniciais. Os gráficos representam a média da população corrompida, e da população encarcerada, respectivamente. Ainda que haja pequenas variações, observa-se uma estabilização de corruptos em torno de 23% e de presos em torno de 1%. Diante disso pode-se notar que índice de pessoas presas ainda é muito baixo em relação aos casos de corrupção.

Figura 5.5: População Corrupta

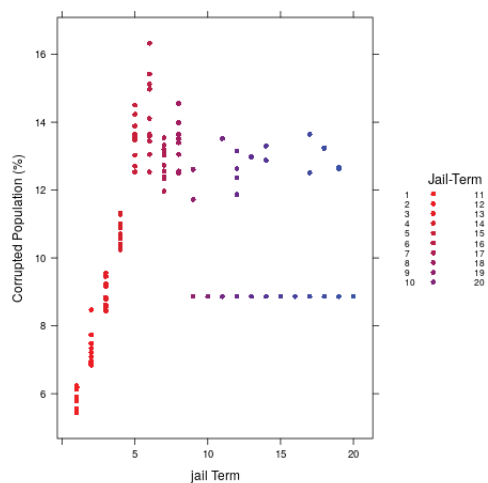
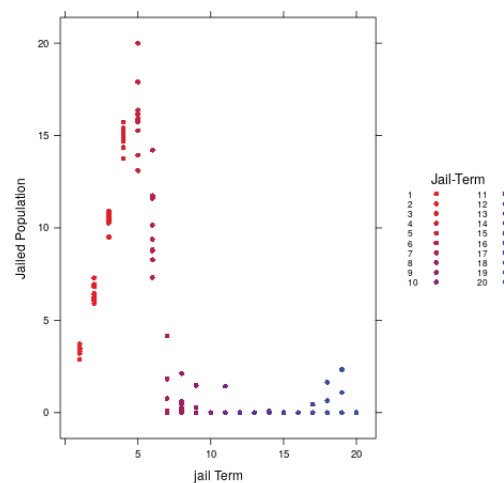


Figura 5.6: População Encarcerada



Fonte: Elaboração própria

A figura (5.5) mostra os resultados em relação ao tempo de prisão e o percentual de população corrupta. O tempo de prisão varia entre 1 e 20, e cada parâmetro é simulado

10 vezes, totalizando 200 rodadas. É um comportamento não linear. O aumento do tempo de prisão está relacionado ao aumento da população corrupta. Quando o tempo de prisão passa dos 5 anos, há uma tendência de o percentual de presos se manter estável em um nível entre 12% e 14%. Na figura (5.6) está a relação entre o tempo de prisão e a população presa. No período de até 5 anos há um crescimento significativo da população encarcerada, seguido de uma forte queda quando o tempo de prisão aumenta para até 7 anos. A partir deste período há uma tendência de a população encarcerada se manter estável em níveis muito baixos.

5.3 Efeito das Denúncias

Esta seção avalia o efeito das denúncias para o presente modelo, dado pelo parâmetro δ .

Figura 5.7: População Corrupta

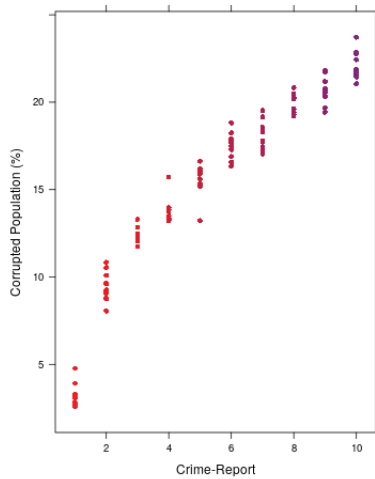
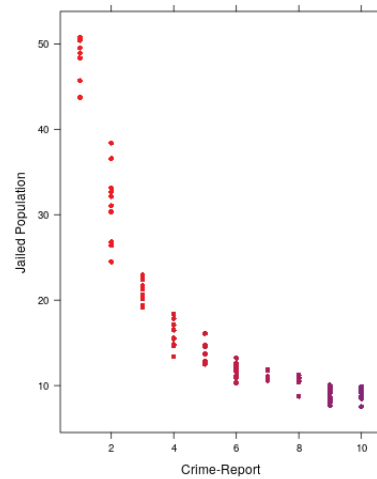


Figura 5.8: População Encarcerada



Fonte: Elaboração própria

De acordo com os resultados obtidos neste modelo, a figura (5.7) traz 100 simulações para as denúncias, que variam de 0 a 10, e para cada ponto são rodadas 10 simulações. A denúncia é um fator fundamental para a descoberta de casos de corrupção, como apontado por Leite (2014). O aumento das denúncias impacta diretamente no percentual da população corrupta. Sugerindo que as denúncias trazem ao conhecimento dos agentes casos de corrupção, aumentando desta forma a percepção da corrupção e por consequência o aumento do percentual da população corrupta. A figura (5.8) mostra uma relação inversa, sendo que a medida que as denúncias aumentam há uma redução da população presa. O maior impacto se dá nas primeiras denúncias.

5.4 Efeito da Memória

Esta seção avalia o efeito da memória, dado pelo parâmetro m , conforme equação (4.4).

Figura 5.9: População Corrupta

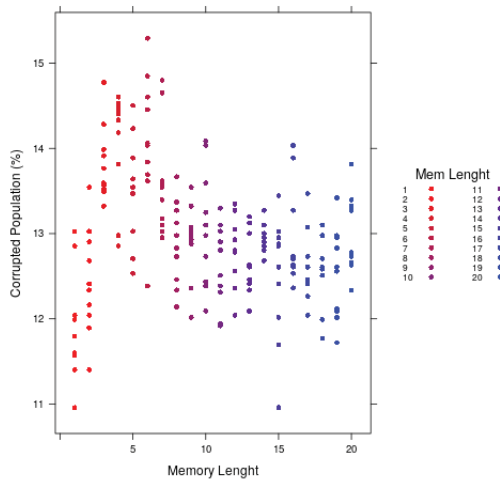
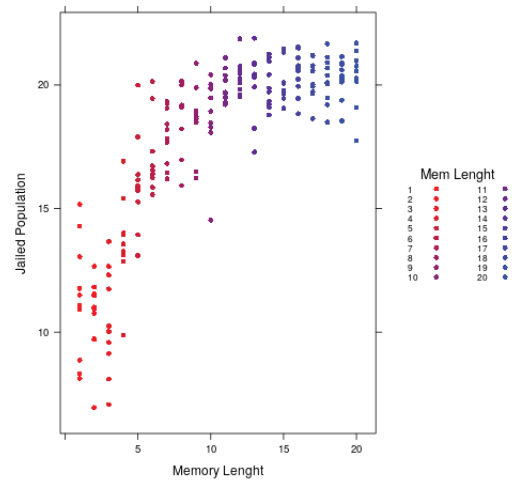


Figura 5.10: População Encarcerada



Fonte: Elaboração própria

A memória dos agentes desta sociedade proposta tem impacto no *payoff* da oferta de corrupção. De acordo com os resultados, o gráfico (5.9) mostra que o resultado da evolução de 250 simulações, em que os pontos representam as diversas posições com diferentes valores da extensão da memória, dado pelo parâmetro τ e como esta memória pode gerar efeito em relação à população corrupta e em relação à população encarcerada, gráfico (5.10).

5.5 Comentários gerais sobre os resultados

Algumas variáveis foram testadas no modelo, como a honestidade, o efeito prisão, o efeito denúncia e o efeito memória. Conforme demonstrado, a honestidade pondera o *payoff* dos agentes, em que os agentes com baixos níveis de honestidade estariam sujeitos a uma recompensa menor que aquela aceita pelos agentes que têm um nível de honestidade mais elevado. Junto a isso a prisão tem um efeito importante frente a uma decisão de praticar ou não um ato corrupto. O tempo de prisão é ponderado quando o agente calcula o *payoff* de ser corrupto. A alta probabilidade de ser preso implicaria um *payoff* maior, enquanto que um *payoff* menor seria suficiente para casos em que as chances de encarceramento sejam reduzidas. O modelo estudado mostra que o encarceramento ainda é baixo quando comparado ao percentual de população corrupta. Estes resultados podem ser corroborados pelo que Vale (2016) mostrou em seu artigo, em que afirma que para os corruptos a impunidade seria a melhor opção aliado a altos valores de corrupção. O que leva a concluir que seriam necessárias maiores punições com o intuito de coibir atos como corrupção.

Uma denúncia ocorre por parte de alguém que não concorda ou aceita uma determinada situação. Em um artigo, Ariely et al. (2008) mostrou que o comportamento muda quando não há identificação com atos ilícitos praticados por pessoas que estão fora de seu meio social, mostrando que uma fraude não é aceita socialmente. Conforme demonstrado, as denúncias têm uma influência direta no conhecimento de casos de corrupção, à medida que as denúncias aumentam há um impacto no percentual da população corrupta, ou seja, uma denúncia faz com que mais casos de corrupção façam parte do conhecimento dos agentes, trazendo para o conhecimento os casos ilícitos, influenciando, desta forma, o percentual da população corrupta. O efeito denúncia do modelo proposto pode ser

confirmado pelo artigo de [Leite \(2014\)](#), que afirma da importância das denúncias para que novos casos de corrupção sejam descobertos. As denúncias podem se transformar em ações e possíveis punições, que seria benéfico para que se aumentasse os casos de investigações e cabíveis condenação que estão aquém do ideal. O modelo proposto mostrou que dos 23% dos casos de corrupção apenas 1% estão encarcerados. Ao passo que as denúncias perdem sua efetividade quando se trata de pessoas já presas. Isso sugere que os agentes presos já tem seus atos ilícitos conhecidos pelas autoridades e por isso já estariam sendo punidos.

Um agente ao calcular seu *payoff* faz uso das informações presentes em sua memória, decorrentes de suas experiências sociais do passado, como atos de corrupção vividos ou dos casos que tenham ocorrido em seu meio social. O efeito memória influencia a decisão de um agente em praticar ou não um ato corrupto. Esta memória é mais presente para os casos em que os agentes corruptos estão cumprindo pena. Enquanto que para a população corrupta, no geral, a memória apresenta um índice baixo, em torno de 12% a 14% dos casos. A [Transparency International \(2018\)](#), através do Índice de Percepção da Corrupção, classifica os países, com base na percepção de especialistas e executivos, de quão corrupto possa ser o setor público. Devido à dificuldade em se mensurar a corrupção, já que é um ato não declarado, estas atividades ilegais são deliberadamente escondidas e só vêm ao conhecimento através das investigações e processos judiciais. A medição se faz através do conhecimento de casos por parte dos especialistas. Desta forma, sugere-se que a memória, também, possa ter um impacto na medição deste índice.

6 Considerações finais

Este trabalho buscou analisar como o meio social, o efeito vizinhança, o valor recebido pela corrupção, bem como o efeito e o tempo que o encarceramento exercem sobre as pessoas, e como a memória pode influenciar as ações e o efeito das denúncias a respeito de atos corruptos. Para isso foi usado o modelo baseado em agentes, de uma forma dinâmica, onde os agentes se conectam de acordo com seu meio social, e tomam suas decisões conforme suas preferências individuais, como aversão ao risco de serem pegos e presos, de acordo com o cálculo feito para o *payoff* de cada um e seu nível de honestidade. Com isso é possível captar as interações entre agentes diversos que são diferentes entre si, dentro de um sistema complexo, que podem emergir fenômenos imprevisíveis, mais ainda quando a aprendizagem e a adaptação resultam num comportamento complexo. Os efeitos da corrupção que afetam a macroestrutura surgem de simples interações entre os agentes com comportamentos particulares ao nível micro. A modelagem está baseada na autonomia e na interdependência das unidades, onde as regras e o passado são utilizados para a análise desta sociedade.

Com os resultados encontrados pode-se observar que a prisão é baixa em relação aos casos existentes de corrupção. O tempo de prisão para os casos de corrupção se mostraram baixos e poucos casos têm uma condenação maior. Com isso pode-se referenciar [Vale \(2016\)](#) quando disse que o aumento no cumprimento da lei reduziria o incentivo para a prática destas ações, diminuindo desta forma o número de infrações. [Vale \(2016\)](#) afirmou ainda que é impossível uma sociedade com probabilidade zero de corrupção, e que seria impraticável extinguir a corrupção. Da mesma forma, [Situngkir \(2004\)](#) também afirmou que a corrupção é inevitável e inerente da vida da burocracia moderna. Ainda que a corrupção não possa ser totalmente eliminada num curto espaço de tempo, ela pode ser combatida quando o risco da punição seja considerado maior que os possíveis benefícios. Espera-se desta maneira que haja uma redução do nível de corrupção quando medidas endógenas, como mudanças de comportamentos dos agentes, ou exógenas, através de medidas punitivas, políticas ou de acesso à justiça prevalecer acima de qualquer classe social, e demais punições jurídicas sejam tomadas com o intuito de coibir qualquer prática considerada ilegal.

A corrupção tem um impacto direto na economia, como demonstrou [Chakrabarti \(2001\)](#), em que a corrupção pode seguir uma trajetória cada vez maior podendo desta forma sufocar a atividade econômica, devido ao mau uso de recursos públicos, alterando entre outras coisas as desigualdades sociais, uma vez que desequilibra os incentivos do mercado de trabalho, bem como das empresas, gerando assim mudanças em sua produtividade e inovação. Tem-se uma relação inversa entre crescimento econômico e corrupção, quanto menor o nível de corrupção percebida, maior o crescimento econômico.

Em seu livro [Wilensky e Rand \(2015\)](#) citam que economistas comportamentais estão insatisfeitos com as abordagens tradicionais - que priorizaram abordagens simplificadas em prol de modelos teóricos solúveis em concordância com dados empíricos. [Vale \(2016\)](#) também concluiu que não se pode medir a corrupção pela Teoria dos Jogos, já que a corrupção envolve realidades abstratas, como interesses, valores e crenças, tornando difícil ou impossível mensurar a corrupção. Em particular, as abordagens tradicionais geralmente apresentam agentes perfeitamente racionais, ao passo que os economistas comportamentais fazem uso de agentes racionalmente limitados que não têm informações completas e usam

atalhos ou heurísticas para tomar decisões, também corroborada por [Orghian et al. \(2018\)](#), para o qual as pessoas nem sempre são tão racionais conforme a descrição dos modelos tradicionais.

Segundo a Teoria do Crime de [Becker \(1974\)](#) as atividades criminosas além de serem numerosas, afetam as pessoas em diferentes atividades e de diversas origens sociais, níveis educacionais, idades, etc. A probabilidade de a corrupção ser descoberta, de haver condenação, e das formas de punições, também, difere de pessoa para pessoa e de atividade para atividade, como foi demonstrado através do *payoff* individual dos agentes, que é ponderado pela honestidade de cada um.

O modelo proposto mostrou como a memória impacta nas decisões de se praticar um ato corrupto, mas o impacto maior se dá, principalmente, para os casos de pessoas encarceradas, uma vez que a aversão tende a aumentar quanto mais casos são julgados e os agentes estejam cumprindo pena. Porém, conforme visto também, os casos de encarceramento representam um nível baixo diante dos casos conhecidos. Novas análises são possível com o intuito de verificar o motivo deste baixo encarceramento diante dos casos de corrupção existentes.

Foi demonstrado também que os agentes, diante dos casos de corrupção presentes em sua memória, ponderam o risco decorrente de aceitar agir de forma corrupta, considerando o seu *payoff* e o tempo de prisão que estão sujeitos caso sejam descobertos, ou denunciados. Além disso, as denúncias tem um importante fator para que novos casos sejam conhecidos, corroborando o artigo de [Leite \(2014\)](#), e como consequência possam ser investigados e punidos conforme as leis vigentes, fazendo com que o aumento da probabilidade da punição possa coibir novos casos.

Por fim, este modelo pode ser ampliado em trabalhos futuros, possibilitando que outras análises possam ser feitas, como por exemplo detalhar mais como o meio social influencia no comportamento das pessoas, além da possibilidade de que outras variáveis sejam incorporadas.

REFERÊNCIAS

- Abade, D. N. (2019). Direito Internacional Anticorrupção no Brasil. *Revista de la Secretaría del Tribunal Permanente de Revisión*, (13):213–232.
- Abramo, C. W. (2005). Percepções pantanosas: a dificuldade de medir a corrupção. *Novos estudos CEBRAP*, páginas 33 – 37.
- Akers, R. L. e Sellers, C. S. (2000). *Criminological Theories : Introduction, Evaluation, and Application*. página 464.
- Amar, A. (2009). Models of Corruption. *University of Birmingham Research Archive*.
- American Psychiatric Association (2014). *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais*. Artmed, Porto Alegre, 5 edition.
- Ariely, D., Garret, N., Lazzaro, S. e Sharot, T. (2016). The Brain Adapts to Dishonesty. *Nature Neuroscience*, 19(12):1727 – 1735.
- Ariely, D., Mazar, N. e Amir, O. (2008). The Dishonesty of Honest People: A Theory of Self-Concept Maintenance. *Journal of Marketing Research*, 45.
- Banco Mundial (2018). *World Development Indicators-WDI*. World Bank. Acessado em 12 de Novembro de 2018.
- Bandura, A. (1977). Social Learning Theory. *Prentice-Hall*, páginas 279–300.
- Banisar, D. (2011). Whistleblowing: International Standards and Developments. *World Bank-Institute for Social Research*.
- Bechara, A. e Sobhani, M. (2011). A somatic marker perspective of immoral and corrupt behavior, Social Neuroscience. *Social Neuroscience*, 2(6):640–652.
- Becker, G. S. (1974). Crime and Punishment: An Economic Approach. *Essays in the Economics of Crime and Punishment*, páginas 1–54.
- Bellaubi, F. e Pahl-Wostl, C. (2017). Corruption risks, management practices, and performance in water service delivery in Kenya and Ghana: an agent-based model. *Ecology and Society*, 22.
- Boll, J. L. S. (2010). A corrupção governamental no Brasil : construção de indicadores e análise da sua incidência relativa nos estados brasileiros. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Capasso, S. e Santoro, L. (2018). Active and passive corruption: Theory and evidence. *European Journal of Political Economy*, 52:103–119.
- Chakrabarti, R. (2001). Corruption: A General Equilibrium Approach. *OP Jindal Global University*, página 40.

- Cintra, R. F., Cassol, A., Ribeiro, I. e de Carvalho, A. O. (2018). Corruption and emerging markets: Systematic review of the most cited. *Research in International Business and Finance*, 1(45):607–619.
- da Senhora, L. V., Lorio, P. G. e da Silva Rocha, A. B. (2018). Teoria dos Jogos Evolucionários Aplicada à Corrupção na Sociedade. *L SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL*.
- de Lima, T. F. M., Faria, S. D., Filho, B. S. S. e de Senna Carneiro, T. G. (2009). Modelagem de sistemas baseada em agentes: alguns conceitos e ferramentas. Em *Anais do 14º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, páginas 5279–5286.
- Hammond, R. (2000). Endogenous Transition Dynamics in Corruption: An Agent-Based Computer Model. *Brookings Institution*, (19).
- Hobbes, T. (1651). *Leviatã. Matéria, forma e poder de um Estado eclesiástico e civil*. Coleção Os Pensadores. Abril Cultural, 3 edition. Tradução de João Paulo Monteiro, Maria Beatriz Nizza da Silva.
- Jain, A. K. (2001). Corruption: A Review. *Journal of Economic Surveys*, 15(1):71–121.
- Kautalya (Século IV a.C.). Arthashastra. The British Association for South Asian Studies and The British Academy.
- Laffont, J.-J. (2006). *Corruption and Development*, páginas 161–168. EM BRANCO.
- Lambsdorff, J. (2012). Behavioral and Experimental Economics as a Guidance to Anticorruption. *Research in Experimental Economics*, 15:279–300.
- Leite, G. C. (2014). Instrumentos de fomento a denúncias relacionadas à corrupção. *Revista Brasileira de Direito*, 10(01):59–67.
- Macrae, J. (1982). Underdevelopment and the Economics of Corruption: A Game Theory Approach. *World Development*, 10(8):677–687.
- Mauro, P. (1995). Corruption and Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(3):681–712.
- Miller, J. e Page, S. (2007). *Complex Adaptive System. An Introduction to Computational Models of Social Life*. Princeton University Press, Endereço, stu - student edition.
- Organização das Nações Unidas (2017). Unidos contra a corrupção, para o desenvolvimento, a paz e a segurança. <https://nacoesunidas.org/agencias-da-onu-alertam-para-impactos-da-corrupcao-no-desenvolvimento-dos-paises/>. Acessado em 08 de Outubro de 2019.
- Orghian, D., Cabral, G., Pinto, A. e Fontana, A. (2018). Desvio de caráter ou simplesmente humano? Economia comportamental aplicada ao comportamento desonesto. *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, 8(2):524–541.
- Rose-Ackerman, S. e Palifka, B. J. (2016). *Corruption and Government - Causes, Consequences, and Reform*. Cambridge University Press., New York, NY, 2 edition.

- Situngkir, H. (2004). Money-scape: A generic agent-based model of corruption. *Computational Economics*.
- Situngkir, H. e Khanafiah, D. (2006). Theorizing Corruption through Agent-Based Modeling. *9th Joint International Conference on Information Sciences (JCIS-06)*.
- Tanzi, V. (1998). Corruption Around the World: Causes, Consequences, Scope, and Cures. *National Bureau of Economic Research*.
- Transparency International (2018). The anti-corruption plain language guide. <https://www.transparency.org/research>. Acessado em 12 de Novembro de 2018.
- Treisman, D. (2000). The causes of corruption: a cross-national study. *Journal of Public Economics*, 76:399–457.
- Tribunal de Contas da União (2019). Referencial de combate à fraude e à corrupção. <https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A258B033650158BAEFF3C3736C&inline=1>. Acessado em 18 de Novembro de 2019.
- United Nations Office on Drugs and Crime (2003). Convenção das Nações Unidas contra a Corrupção. <https://www.unodc.org/>. Acessado em 12 de Março de 2020.
- Vale, J. N. C. (2016). O Jogo da Corrupção: analisando e combatendo a corrupção política através da Teoria dos Jogos.
- von Mises, L. (1949). *Ação Humana: Um Tratado sobre Economia*. Yale University Press, Instituto Ludwig von Mises, Estados Unidos, 3 edition. Tradução de Donald Stewart Jr.
- Warr, M. (2002). Companions in crime: The social aspects of criminal conduct.
- Wilensky, U. (1999). *NetLogo*. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
- Wilensky, U. e Rand, W. (2015). *An Introduction to Agent-Based Modeling*. The MIT Press.
- World Bank (2015). Relatório sobre o desenvolvimento mundial de 2015: Mente, sociedade e comportamento. <https://www.worldbank.org>. Acessado em 12 de Novembro de 2018.

APÊNDICE A – APÊNDICE

A.1 Códigos do modelo NetLogo

;;;;;Variables and Attributes;;;;;

globals [

nearby ;(list) usado para facilitar o procedimento setupNeighborhood

likenessRatioDecimal ;(float) likeness ratio (convertida para decimal para facilitar a comparacao)

jailPopulation ;(int) populacao aprisionad

;;Sliders

;jailTerm ;pi (int) time arrested (during this period the agent do not interact)

;crimeReports ;gamma number of corruption offer that an agent support to be arrested

;density ;Omega (int) sets up total citizen population by determing (% of land occupied by a household)

;govtPerCapita ; (int) determina aproximadamente quantos burocratas existem por 1000 cidadaos

;numBureaucrats ;N_b (int) numero de burocratas dentro do modelo. Controle opcional

;avgHonestyDisp ; (int) disposicao media de honestidade do agente

;stdDevHonestyDisp ; (int) standard deviation of honesty dispostion

; ; avgHonestyDisp and stdHonestyDisp são modificados pelo slider number-of-corrupt-agent

;neighborhoodSize ;eta_i (int)tamanho da vizinhança de cada cidadao

;corruptCitizens ;N_cc (float) proporcao inicial de cidadaos corruptos.

;corruptBureaucrats ;N_cb (float) initial % of corrupt bureaucrats. (como opcao criamos sliders separados para cidadaos e burocratas)

;payoffCorrupt ;rho_c payoff for being corrupt. varname: x

;payoffNonCorrupt ;rho_nc payoff for being non-corrupt. varname: y

;;Switches;;

]

breed [citizens citizen]

breed [bureaucrats bureaucrat]

patches-own []

turtles-own [

honestyDisp ;h_i (float) níveis de honestidade: 0-Corrupt -> 1-honest

neighborhood ; (list) cada cidadão e burocrata tem sua própria vizinhança.

memory ;m (list) memória das interações anteriores com agentes corruptos

gameplay? ;g_i (bool)exibe se o agente está no jogo nesta rodada

active? ;a_i (bool)show whether in jail or not, "active? false" stands for being in jail

counter ;q_(i,t) (int)the counter of being turned in for corruption !!!!ALLOW COUNTER TO EXPIRE OVER TIME

corrupt? ;C_it (bool)determines whether or not a turtle was corrupt last round. same as the red/white GUI representation in original model.

jailSentence ;s_i (int)if arrested an agent must serve a jail sentence equal to the designated jail term

myDecisions ; (list) determination of turtles past decisions. Used to determine if changes in personal decisionmaking

noChange ; (bool) determines if turtles have made consistent decisions over the last 10 ticks

psicopat ; 0 = not, 1 = yes

age ; 15 to 80

payoff_c ;p_it^c (float) payoff calculado de ser corrupto (equação 4.3 no texto)

payoff_nc ;p_it^nc (float) payoff calculado de não ser corrupto (equação 4.4 no texto)

]

citizens-own [

myBureaucrat ;(agentset) cada cidadão se reporta a um único burocrata ou cidadão (o mais próximo) durante uma única iteração

;no entanto, se um burocrata ou cidadão estiver preso, o cidadão interagirá com o burocrata ou cidadão (nao-presos) mais próximo

]

bureaucrats-own []

;;;;;;;;Setup Procedures;;;;;;;;;

to startup ; Set initial values. The same as baseline simulation in Behaviour space

set Worldsize 30

set density 100

set avgHonestyDisp 0.5

set stdDevHonestyDisp 0.25

set payoffCorrupt 1

set payoffNonCorrupt 1

set memoryLength 5

set jailTerm 5

set crimeReports 4

set neighborhoodInfluence? True

set enforcement? true

set honestyChange 0.008

set corruptBureaucrats 0.05

set govtPerCapita 100

set govtOffice 20

set corruptCitizens 0.05

set neighborhoodSize 1

set Life-Expectancy 80

end

to setup

ca

random-seed behaviorspace-run-number ; sets the seed at incremental levels to allow replicative experiments

; startup ; only use this if you want calibrate parameters by the code instead of GUI

setupGlobals


```
setupPatches
setupCitizens
setupBureaucrats
setupNeighborhood
setupGUI
updateGUI
reset-ticks
end
```

```
to setupGlobals
end
```

```
to setupPatches
  ask patches [set pcolor 1] ;fornece um melhor contraste da cor do agente com a cor do path
end
```

```
to setupBureaucrats
  let citizenPop count citizens
  let govtdensity govtPerCapita / 1000
  let numGovt citizenPop * govtdensity
  let numPerOffice numGovt / govtOffice
  ask n-of govtOffice patches [
    sprout-bureaucrats numPerOffice [
      estBaseAttributes
      set shape "circle-x" ;setting up agent-GUI features here allows for smoother set up
      set color scale-color yellow honestyDisp 0 1
      if any? citizens-here = true [ask citizens-here [die]] ;previne que cidadaos e burocratas
      ocupem o mesmo espaco
    ]
  ]
end
```

```

let n count bureaucrats

ask n-of (corruptBureaucrats * n) bureaucrats [ set corrupt? true ] ;1 a 3% da populacao eh formada por psicopatas

end

```

```

to setupCitizens

ask patches [

  if random 100 < density [

    sprout-citizens 1 [

      move-to patch-here ;places agents on center of patch

      estBaseAttributes

      set shape "square"

      set color scale-color sky honestyDisp 0.1 0.6

      set age random (Life-Expectancy - 15) + 15 ; Age from 15 to Life-Expectancy (baseline = 80)

    ]

  ]

]

let n count citizens

ask n-of (corruptCitizens * n) citizens [set corrupt? true] ;1 a 3% da populacao eh formada por psicopatas

end

```

```

to estBaseAttributes ;configura atributos comuns das turtles

set honestyDisp random-normal avgHonestyDisp stdDevHonestyDisp ;set starting honestyDisp of agents. Comportamento modificado para flutuar de 0 to 1

if (honestyDisp > 1) [set honestyDisp 1] ;honestyDisp cannot go above the upper limit of 1

if (honestyDisp < 0) [set honestyDisp 0] ;honestyDisp cannot go below the lower limit of 0

set active? true ;everyone is free, not in jail

set gameplay? false ;no one has played the game yet

set corrupt? false ;no one is yet corrupt. changes in next line

set noChange false ;turtles initally have not made any decisions

```

```
set memory    n-values memoryLength [-> random 2] ;  
set myDecisions n-values memoryLength [-> random 2] ;  
end
```

```
to setupNeighborhood ;establishes agents' neighborhood
```

```
  ask citizens [  
    set nearby mooreNeighborhood neighborhoodSize ;(list) reports coordinates of patches  
    within a specified radius  
  
    set neighborhood citizens at-points nearby ;establishes citizens' neighborhood as agents  
    within a designated radius  
  ]  
  
  ask bureaucrats [set neighborhood other bureaucrats-here] ;estabelece a bureaucratic  
  neighborhood para todos os burocratas  
end
```

```
to-report mooreNeighborhood [n] ;list the coordinates of all patches within a certain area of  
the agent who calls on it
```

```
  let result [list pxcor pycor] of patches with [abs pxcor <= n and abs pycor <= n]  
  
  report remove [0 0] result ;neighborhood does not include the patch where the turtle  
  resides  
end
```

```
to-report nearestBureaucrat ;reports random bureaucrat at closest govt office
```

```
  report min-one-of bureaucrats [distance myself]  
end
```

```
to setupGUI
```

```
  resize-world (- WorldSize) WorldSize (- WorldSize) WorldSize ;resize world so that total no.  
  of patches is 1225
```

```
  ;location of origin needs to be center in order for setupNeighborhood  
  procedure to properly function
```

```
  set-patch-size 10
```

```
  ask links [set hidden? true] ;links are hidden for better visibility
```

end

;;;;;;;;Go Procedures;;;;;;;;

; -----

to go

; if ticks = 100 [stop] ;most test runs find that the model stabilizes within the first 50 ticks.

updateBureaucrats

updateCitizens

; if all? turtles [noChange = true] [stop] ;interrompe o programa se todos os agentes tiverem tomado a mesma decisão nos últimos 10 ticks

trackChange

plotJailPop

plotCorruption

die-and-born

tick

updateGUI

end

to sumDecisions ;used to determine if no changes are occuring in the model

let totalDecisions sum myDecisions

set noChange ifelse-value (0 = totalDecisions or 10 = totalDecisions) [true][false] ;

end

to updateBureaucrats

ask bureaucrats [

sumDecisions

set gameplay? false

ifelse (active? = true and gameplay? = false)

[

```

    decide
    set gameplay? true
    alterDisp
  ]
]
end

```

to updateCitizens

```

ask citizens [
  sumDecisions
  set gameplay? false
  ifelse (active? = true and gameplay? = false)
  [
    if any? bureaucrats with [corrupt? = false][ ;se todos os burocratas estao presos, os
    cidadãos não interagem nesta rodada.

    decide ;model altered so that agents decide before interacting
    interact

    updateMemory ;atualiza a memoria tanto dos cidadaos quanto dos
    burocratas

    if enforcement? [enforce] ;alterado para ocorrer antes de calcular a
    recompensa para evitar a recopensas duplas

    set gameplay? true
    alterDisp
  ]
]
[ serveJailSent ]
set age age + 1
]
end

```

```

to decide ;(bool) agentes decidem serem corruptos ou não-corruptos

; let myCorruptPayoff (((1 - chanceofJail) * ((encounterCorruptAgent * agentPayoff) + ((1 -
encounterCorruptAgent) * payoffNonCorrupt)))

; + (chanceofJail * (payoffNonCorrupt - (jailterm * payoffNonCorrupt))))

set payoff_c payoffCorrupt - (1 - (1 - A) * (1 - B) * payoffCorrupt / (1 + exp(-(jailTerm - 5) / 2))
)

set payoff_nc payoffNonCorrupt / ( 1 + exp(-(honestyDisp - 0.5) / 0.10) ) ; Basilio
25/01/2020 - grava resultado para posterior uso

ifelse payoff_c > payoff_nc

[set corrupt? true]

[set corrupt? false]

end

```

```

;to-report agentPayoff ;payoff subjetivo do agente pela corrupção. varname: p^sub_(i,t)

;; report ((1 - honestyDisp) * payoffCorrupt) ; esta errado???

; let x payoffCorrupt / ( 1 + exp(-(honestyDisp - 0.5) / 0.10) ) ; Basilio 25/01/2020 -
grava resultado para posterior uso

; set payoff_sub x

; report x

;end

```

```

to-report A ;probabilidade percebida de encontrar um agente corrupto. varname: A = n / N

report (sum memory / memoryLength)

end

```

```

to-report B ;chance percebida de ser pego por uma ação de corrupção nesta rodada. varname:
B = m / M

```

```

;alterado para sofrer influencia do nivel de corrupção dos agentes proximos
(burocratas e cidadaos)

```

```

let neighborsInJail count neighborhood with [active? = false]

let corruptNeighbors count neighborhood with [corrupt?]

report ifelse-value (corruptNeighbors = 0) ;nao pode ser dividido por zero

[0]

```


[neighborsinJail / corruptNeighbors]

end

to interact ;regula e atualiza parte da interação entre burocratas e cidadãos

set myBureaucrat nearestBureaucrat ;cidadão interage com o burocrata ativo mais próximo

if ([corrupt?] of myBureaucrat = true) and ([corrupt?] of self = false) ;bureaucrat increases counter by 1

[ask myBureaucrat [set counter (counter + 1)]]

if ([corrupt?] of myBureaucrat = false) and ([corrupt?] of self = true) ;citizen increases counter by 1

[set counter (counter + 1)]

end

to updateMemory ;atualiza a memória do historico de corrupção. parte do procedimento -WV

ifelse [corrupt?] of myBureaucrat = true

[ask self ;cidadãos atualizam experiência com corrupção com base em ações dos burocratas e dos outros cidadãos (corruptas ou não)]

[set memory fput 1 memory

set memory but-last memory] ;trecho validado

]

[ask self

[set memory fput 0 memory

set memory but-last memory

]

]

ifelse [corrupt?] of self = true

[ask myBureaucrat ;burocratas atualizam experiência com corrupção com base em ações dos cidadãos e dos outros burocratas (corruptas ou não)]

[set memory fput 1 memory

set memory but-last memory

]

```

]
[ask myBureaucrat
  [set memory fput 0 memory
    set memory but-last memory
  ]
]
end

```

to enforce ; coloca o suspeito na prisão e reporta a sua prisão para os outros agentes

```

if (counter >= crimeReports)
[
  set active? false
  set corrupt? false
  set counter 0
]
end

```

; quando nao estao presos, os agentes alteram e/ou comparam o seu grau de honestidade para refletir/adequar

; a media de honestidade de sua neighborhood, neighborHonesty: \bar{h}_i

to alterDisp ;quando nao estao presos, os agentes alteram e/ou comparam o seu grau de honestidade para refletir/adequar a media de honestidade de sua neighborhood

```

if neighborhoodInfluence? and ( psicopat = 0 )[
  if any? neighborhood[
    let neighborHonesty mean [honestyDisp] of neighborhood
    if [honestyDisp] of self > (neighborHonesty + honestyChange) [set honestyDisp
(honestyDisp - honestyChange)] ;decrease honestyDisp by 0.20
    if [honestyDisp] of self < (neighborHonesty - honestyChange) [set honestyDisp
(honestyDisp + honestyChange)] ;increase honestyDisp by 0.20
    if ([honestyDisp] of self < (neighborHonesty + honestyChange)) and ([honestyDisp] of self >
(neighborHonesty - honestyChange)) ;set honestyDisp to average
    [set honestyDisp neighborHonesty]
  ]
]

```

```
]
]
end
```

to serveJailSent ; Se a pena foi cumprida, liberta o agente

```
    if active? = false [
    ifelse jailSentence >= jailTerm [
        set active? true
        set counter 0 ;reset counter
        set jailSentence 0 ;reset counter for jailSentence
        set corrupt? false ;released agents initially come out with a non-corrupt strategy
    ][
        set jailSentence (jailSentence + 1)
    ]
]
end
```

to trackChange

```
    ask citizens [
        let N memoryLength ;set N as the oldest position in the memoryLength list
        ifelse [corrupt?] of self = true
            [ask self ;cidadãos atualizam sua experiência com corrupção baseados nas ações dos
            burocratas e de outros cidadãos (corruptas ou não)
                [set myDecisions fput 1 myDecisions
                set myDecisions remove-item N myDecisions]
            ]
            [ask self
                [set myDecisions fput 0 myDecisions
                set myDecisions remove-item N myDecisions
                ]
            ]
    ]
]
```

```

ifelse [corrupt?] of myBureaucrat = true

  [ask myBureaucrat ;burocratas atualizam sua experiencia com corrupcao baseados nas
acoes dos cidadaos e dos outros burocratas (corruptas ou nao)

  [set myDecisions fput 1 myDecisions
    set myDecisions remove-item N myDecisions
  ]
]

[ask myBureaucrat
  [set myDecisions fput 0 myDecisions
    set myDecisions remove-item N myDecisions
  ]
]
]
end

```

;Atualiza GUI e cria um contorno vermelho em torno dos agentes para indicar que eles foram corrompidos recentemente

```

to updateGUI
  ask patches [
    ifelse any? turtles-here with [corrupt? = true] [ set pcolor red ] [ set pcolor 1 ]
  ]
  ask citizens [set color scale-color sky honestyDisp 0 1]
  ask bureaucrats [set color scale-color yellow honestyDisp 0 1]
end

```

;; To reinvigorate the population variables of a patch like citizine is reseted

```

to die-and-born
  ask citizens [
    if age > Life-Expectancy [
;   user-message (word "Age: " age "Life-Exp: " Life-Expectancy)

    set age 15
    set honestyDisp random-float 1

```

```

set color scale-color sky honestyDisp 0.1 0.6

set active? true ;everyone is free, not in jail

set gameplay? false ;no one has played the game yet

set corrupt? false ;no one is yet corrupt. changes in next line

set noChange false ;turtles inititally have not made any decisions

set memory n-values memoryLength [ 0 ] ;

set myDecisions n-values memoryLength [ 0 ] ;

set counter 0

]

]

end

```

```

;;;;;Misc Reporters;;;;;

```

```

to-report corruption ;% da populacao considerada corrupta

let aggCorruption count turtles with [corrupt? = true]

let totPop count turtles

report (aggCorruption / totPop) * 100

end

```

```

to-report likenessRatio; avg [u/l] ratio to determine likeness within a model using Moore
neighborhood makeup (r = 1)

let totalCorruption 0

let citizenCorruptionRatio 0

let bureaucratCorruptionRatio 0

let likeNeighbors 0

let unlikeNeighbors 0

ask citizens[

let immediateNeighbors citizens-on neighbors

set likeNeighbors likeNeighbors + (count immediateNeighbors with [corrupt? = [corrupt?]
of myself])

```

```

    set unlikeNeighbors unlikeNeighbors + (count immediateNeighbors with [corrupt? !=
[corrupt?] of myself])
]
ask bureaucrats [
    set likeNeighbors likeNeighbors + (count neighborhood with [corrupt? = [corrupt?] of
myself])
    set unlikeNeighbors unlikeNeighbors + (count neighborhood with [corrupt? != [corrupt?] of
myself])
]
; report (word unlikeNeighbors ":" likeNeighbors)
set likenessRatioDecimal unlikeNeighbors / likeNeighbors
report (unlikeNeighbors / likeNeighbors)
end

```

to-report corruptionDensitySparse ;alt. density measure only for citizens /nº of corrupted in the neighbors

```

let sparseCluster 0
ask citizens [
    let immediateNeighbors citizens-on neighbors
    let similarNeighbors count immediateNeighbors with [corrupt?]
    if similarNeighbors > 3 [set sparseCluster sparseCluster + 1]
]
report sparseCluster
end

```

to-report corruptionDensityCompact ;alternative density measure only for citizens

```

let compactCluster 0
ask citizens [
    let immediateNeighbors citizens-on neighbors
    let similarNeighbors count immediateNeighbors with [corrupt?]
    if similarNeighbors > 4 [set compactCluster compactCluster + 1]
]

```

```
report compactCluster  
end
```

```
to-report jailPop  
  let aggPrisoners count turtles with [active? = false]  
  let totPop count turtles  
  report (aggPrisoners / totPop) * 100  
end
```

```
;;;;;;;;Test Procedures;;;;;;;;
```

```
to testSetup  
  ifelse (1200 != count patches) and (any? patches with [pcolor != 1])  
    [error "Setup Error: Patches"]  
    [ print "Patches Good"]  
  ifelse all? patches [  
    (1 < count citizens-here) and (1 < count bureaucrats-here) ]  
    [error "Setup Error: Turtles"]  
    [print "Turtles Good"]  
  ifelse (payoffCorrupt < payoffNonCorrupt)  
    [error "Setup Error: payoffCorrupt must be at least as large as payoffNonCorrupt"]  
    [print "Payoff Values Good"]  
end
```

```
;;;;;;;;Plot and Data Procedures;;;;;;;;
```

```
to plotJailPop ;plot percentual de populacao na prisao  
  set-current-plot "Jail Population"  
  let aggPrisoners count turtles with [active? = false]
```



```
let totPop count turtles  
plot (aggPrisoners / totPop) * 100  
set jailPopulation (aggPrisoners / totPop) * 100  
end
```

```
to plotCorruption  
set-current-plot "Corruption"  
let aggCorruption count turtles with [corrupt? = true]  
let totPop count turtles  
plot (aggCorruption / totPop) * 100  
end
```

```
to-report numCorruptBureaucrats  
let aggCorruptBureaucrats count bureaucrats with [corrupt? = true]  
let totBureaucrats count bureaucrats  
report aggCorruptBureaucrats / totBureaucrats  
end
```

```
to-report numCorruptCitizens  
let aggCorruptCitizens count citizens with [corrupt? = true]  
let totCitizens count citizens  
report aggCorruptCitizens / totCitizens  
end
```